3e Année — N° 14 — Avril 1936

ANNALES DE PHYSIQUE DU GLOBE DE LA FRANCE D'OUTRE-MER

(Météorologie, Séismologie, Magnétisme terrestre, Océanographie, Volcanologie, Hydrologie)

Paraissant tous les deux mois

SOMMAIRE

La séismologie dans les territoires d'outre-mer (suite).
- Le mouvement microséismique aux colonies.
- La séismologie à Madagascar.
- La séismologie à la Martinique.
- Observations séismologiques en A. O. F.

L'observatoire de la Martinique à l'Exposisition du tricentenaire des Antilles.

Cumulus produits par feux de brousse à Madagascar.

La température de la mer à Lomé (Togo).

Variations de la pression en A. O. F.

La Météorologie des Mascareignes.

Notes et informations.

Bibliographie.

PARIS Ve
LAROSE ÉDITEUR
11, RUE VICTOR-COUSIN

Prix du Numéro : 6 francs

ANNALES DE PHYSIQUE DU GLOBE DE LA FRANCE D'OUTRE-MER

LAROSE, Éditeur,
11, Rue Victor-Cousin, PARIS (Ve)

-:- Téléphone : Odéon 32-70 -:-

Chèques postaux : Paris 428.81

PRIX DE L'ABONNEMENT ANNUEL

(6 numéros)

FRANCE ET COLONIES FRANÇAISES. . .	35 francs.
ETRANGER	40 francs.

Les abonnements sont payables d'avance à la souscription.

Chaque changement d'adresse
doit être accompagné de 1 franc en timbres-poste.

Prix des collections 1934 et 1935, l'une .	50 francs.
Prix du N° isolé de ces collections..	10 francs.

Tous droits de reproduction réservés

Les Annales de Physique du Globe de la France d'Outre-Mer sont publiées sous les auspices du *Conseil de Perfectionnement des Services de Physique du Globe des Colonies*, et sous la direction de M. Henry Hubert, Inspecteur Général du Service Météorologique Colonial.

Chaque numéro contient des mémoires originaux, une chronique des questions de Physique du Globe intéressant les Colonies françaises et une revue bibliographique.

Les Annales de Physique du Globe de la France d'Outre-Mer résument les recherches et observations faites par les météorologistes coloniaux et présentées dans les publications locales ; elles abordent en outre soit des études spéciales n'ayant pu trouver place dans ces publications, soit — et cela de préférence — des travaux d'ensemble concernant des groupes ou la totalité de nos territoires extérieurs. Elles se proposent de faire ressortir la variété et la nouveauté des recherches de Physique du Globe entreprises dans nos possessions lointaines et de réaliser une présentation synthétique des questions, considérées dans le cadre très vaste de notre domaine colonial.

Les numéros de l'année 1936 sont publiés à l'aide d'une subvention de la Fondation Loutreuil (Académie des Sciences).

J. AURICOSTE

Horloger de la Marine de l'État ;
de l'Observatoire du Bureau des Longitudes
et du Service Géographique de l'Armée

10, Rue La Boëtie, PARIS

Téléph. : Anjou 25-60

Études
Projets
et
Devis
gratuits
sur demande

Installation
de
Centres Horaires
—
Distribution
d'heure

HORLOGERIE DE HAUTE PRÉCISION
:-: PENDULES ASTRONOMIQUES :-:
:-: CHRONOMÈTRES DE MARINE :-:
CHRONOGRAPHES-COMPTEURS
:-: HORLOGERIE ÉLECTRIQUE :-:
Construction — Réparations

LA SÉISMOLOGIE DANS LES TERRITOIRES D'OUTRE-MER

Le mouvement microséismique aux colonies

La prévision de la houle et des raz de marée a une grande importance sur les côtes africaines de l'Atlantique comme le montrent diverses publications (1).

M. L. Gain écrit : « Dans la plupart des ports du Maroc, le trafic commercial est étroitement lié à l'état de la mer et en particulier de la houle. Peu fréquentes en été, les houles se font sentir pendant la mauvaise saison et les cas sont nombreux où elles surviennent à l'improviste sans que rien, dans les conditions météorologiques locales, puisse prévenir leur arrivée. »

Il ne me paraît pas douteux que des observations méthodiques de l'agitation microséismique sur les côtes pourraient apporter une précieuse contribution à la prévision de la houle.

Un fait paraît être aujourd'hui établi d'une façon certaine : l'origine du mouvement microséismique n'est pas locale. J'en trouve une nouvelle preuve dans les comparaisons qui viennent d'être faites récemment à l'Institut de Physique du Globe de Strasbourg, entre l'agitation à Strasbourg et à De Bilt (Hollande), stations distantes de 500 kilomètres environ.

La courbe des variations annuelles présente la même allure et cela pour les trois composantes. Toute anomalie, tout mouvement exagéré, ce qu'on peut appeler orage microséismique, inscrit dans une des deux stations, se retrouve sur les séismogrammes de l'autre, parfois avec un certain retard. Si, d'autre part, on se base sur le fait qu'une violente perturbation atmosphérique continentale ne modifie pas l'amplitude normale du mouvement microséismique, il y a lieu de conclure : 1° que les grandes perturbations sont d'*origine sub-maritime* ; 2° que le foyer de perturbation se déplace.

L'examen des séismogrammes à Strasbourg permet de prévoir l'arrivée des noyaux de baisse barométrique sur les côtes occidentales anglaises ou françaises et de suivre leur marche ou leur évolution sur les mers du Nord.

Depuis longtemps déjà le R. P. Algué (1) avait signalé que l'observation des microséismes permet d'affirmer la présence d'un centre cyclonique puissant.

Plus tard, M. Walker (2) écrivait : « Lorsqu'on aura prouvé que l'inscription de microséismes importants a lieu avant l'arrivée du centre cyclonique, on réalisera un nouveau progrès dans le domaine de la prévision du temps. »

En 1927, le P. E. Gherzy (3) rattachait nettement l'inscription des microséismes à la marche des typhons sur les mers lointaines et écrivait avec raison : « La recherche de la tendance séismique aura pour les prévisions séismiques futures la même utilité que l'étude de la tendance barométrique pour les prévisions météorologiques. »

D'un travail japonais (4) j'extrais les conclusions suivantes : le mouvement microséismique présente deux maximums au cours de l'année : en février et en octobre. Le maximum de février est dû aux fréquents passages de cyclones sur la mer du Japon ou sur les mers du nord du Japon. A Tokio, située sur la côte orientale, les maximums sont causés par les typhons se déplaçant sur le Pacifique.

Quoique le service séismologique soit relativement récent à la Martinique et que l'étude de l'agitation microséismique ne soit pas encore très avancée, on peut déjà constater que cette agitation est très faible à Fort-de-France (2 à 3 microns), que sa période ne dépasse pas 4 secondes. D'autre part, la variation annuelle est très peu prononcée. Je lis toutefois dans le Bulletin annuel du Service météorologique de l'Observatoire géophysique du Gouvernement de la

(1) L. Gain, *La prévision des houles sur la côte atlantique du Maroc* (*Matériaux pour l'étude des calamités*, 1927, p. 5, Genève, Société de Géographie).

R. Montagne, *Peut-on prédire la houle en Afrique sur les côtes de l'Atlantique* (*Annales de la Commission pour l'étude des raz de marée*, n° 2, p. 15, Paris, Librairie Larose).

(1) J. Algué, *The cyclones of the Far-East*, p. 184, Manila, 1904.

(2) E. W. Walker, *Modern seismology*, ch. IX, p. 75, London, 1913.

(3) R. E. Gherzy, *Houle et microséismes sur la côte de Chine* (Notes de séismologie, n° 8, Zi-ka-wei, Changhai)

(4) Saemontaro Nakamura, Kinryo Wader and Atumi Noguti : On the annual variation of the frequency of microseisms in Tokyo (Tokyo, 1924).

Martinique (année 1933) : « Quant à l'influence de la marche des centres de dépressions au-dessus des mers, il est reconnu qu'elle contribue fortement à accentuer l'agitation microséismique. Les dépressions cycloniques qui circulent sur la mer des Antilles doivent avoir une action particulièrement importante sur les séismographes de Fort-de-France. »

A Dakar (Afrique Occidentale Française), les recherches sur l'agitation microséismique ont commencé en 1924. A ce propos, plusieurs notes ont déjà été publiées (1). Cette agitation, plus forte qu'à la Martinique, n'atteint pas celle que l'on enregistre à Strasbourg. La conclusion de ces premières études est que, à Dakar, les chocs que produisent les mouvements de la mer sont la principale cause de l'agitation dans cette localité ; les différents types de choc paraissent devoir trouver leur explication dans l'action combinée de la houle et des vagues.

Je constate encore, en parcourant le Bulletin séismique de l'Observatoire de Tananarive, observatoire situé à 1.375 mètres d'altitude et sur un sous-sol gneiss granitique, que le P. Poisson signale en janvier, février, mars et avril de violents microséismes dus à des cyclones sur l'Océan Indien, l'amplitude du mouvement du sol pouvant atteindre 15 microns environ pour une période de six secondes.

Fort probablement, la nouvelle station séismologique du Maroc nous fournira-t-elle des observations intéressantes sur le même sujet.

Ces quelques considérations ont pour objet d'indiquer l'utilité incontestable de l'organisation coloniale ; le réseau des stations coloniales séismologiques françaises peut apporter un précieux concours à la météorologie et au service des prévisions des houles en général.

J. LACOSTE.

(1) H. HUBERT, *Contribution à l'étude de l'agitation microséismique à Dakar* (*Bull. Comité Et. hist. et scient. de l'A. O. F.*, 1924, p. 1924).

R. BEAUFILS, *Relations entre l'état de la mer et l'agitation microséismique à Dakar* (Même bulletin, 1925, p. 88).

La séismologie à Madagascar

Les études séismologiques poursuivies depuis plusieurs années à Tananarive ont un double objet : faire mieux connaître d'abord les petits frémissements du sol malgache et par là déterminer la séismicité des diverses régions de l'île, participer ensuite aux travaux internationaux de l'association de Séismologie du Comité de géodésie et géophysique. La séismicité d'un pays est fonction du nombre et de l'intensité des tremblements de terre qui l'agitent : une relation paraît d'ailleurs exister entre le nombre et l'intensité, car un séisme violent ou destructeur est d'ordinaire accompagné de répliques multiples, et souvent précédé de chocs prémonitoires. Madagascar n'est pas une de ces contrées à civilisation antique dont l'histoire est connue au moins par des chroniques ou des poèmes ; l'accès n'en fut ouvert définitivement aux Européens qu'à une date fort récente ; on peut affirmer néanmoins que les tremblements de terre destructeurs l'épargnent depuis longtemps ; car on ne trouve aucun souvenir de catastrophe séismique dans le folklore ou la mémoire des indigènes, et depuis 1861, année où les Européens furent admis à séjourner dans la capitale, les secousses n'ont pas eu le caractère d'un désastre, même local.

Suivant la terminologie adoptée par Montessus de Ballore [1], Madagascar ne doit donc pas être classé parmi les pays séismiques. Néanmoins les chocs d'une certaine violence n'y sont pas inconnus. Dans les statistiques que j'ai tenté de dresser [2] on pourrait par exemple mentionner (d'après James Sibree jun.) le tremblement de terre de 1836 qui provoqua des éboulements notables au flanc ouest de la colline de Tananarive ; peut-être le choc du 24 décembre 1876, et certainement ceux du 3 novembre 1897 à Tananarive, où il y eut écroulement de maisons entraînant des morts, du 4 décembre de la même année à 100 kilomètres Nord-Ouest de la capitale, celui du 26 février 1898, entre Tananarive et la côte Est, celui enfin du 18 octobre 1898 qui, lui aussi, renversa une maison dans le centre de la ville, tuant l'occupant européen.

Madagascar devrait donc être inscrit parmi les régions péné-séismiques du globe.

On notera que la plupart de ces tremblements, assez violents pour ruiner ponts ou habitations

(peut-être mal construits), se groupent au cours des deux années 1897-1898. Si, suivant l'adage, « là où le sol a tremblé il tremblera encore », le calme relatif de la période contemporaine pourrait quelque jour être troublé par des nouvelles séries d'ébranlements.

Cette agitation de la terre d'Imerina, en 1897-98 fut l'occasion de l'achat et de l'installation, à l'Observatoire d'Ambohidempona d'un premier séismographe. C'était un appareil Secchi à trois composantes : le choc déclanchait le mouvement d'horlogerie, et sur les cylindres recouverts de noir de fumée s'inscrivaient les vibrations des trois pendules. Par ailleurs, la statistique des secousses perceptibles à l'homme faisait partie des relevés périodiques de l'observatoire et figurait dans le journal météorologique, inséré au volume annuel des observations. Cette statistique ne donne de renseignements que pour Tananarive. Comme nous le dirons tout à l'heure on s'efforce de la compléter par des observations faites dans tous les districts.

Le séismographe Secchi donna peu d'enregistrements intéressants : sa sensibilité était vraiment trop faible, sa mise en marche trop tardive, son amortissement nul.

On sut assez vite que les petits tremblements de terre étaient notablement plus fréquents dans la région du lac Itasy, l'un des massifs volcaniques de l'île, que dans la capitale : à certaines époques, Miarinarivo subissait des séries de chocs, parfois assez forts pour renverser des objets ou élargir des fissures dans les murs.

A l'extrémité Sud-Est de l'île, la région de Fort-Dauphin paraît avoir, elle aussi, connu quelque agitation dans les premières années du présent siècle. Des autres provinces les renseignements parvenaient rarement ou pas du tout.

En 1920, la colonie fit un effort pour obtenir des données séismiques un peu moins incomplètes. C'était l'époque où se réorganisait la section de Séismologie du Comité français de Géodésie et Géophysique, et un appel avait été lancé de France aux colonies d'outre-mer, signalant l'intérêt d'un réseau de stations munies d'instruments modernes et d'un modèle uniforme.

Si l'achat des séismographes Mainka ne fut pas réalisé dès 1920, dans une colonie où les chocs se montrent d'ordinaire anodins, des instructions furent du moins envoyées dans les centres administratifs, des exemplaires imprimés d'un questionnaire largement répandus, et les réponses centralisées en définitive à l'Observatoire font constater que les limites assignées naguère par Montessus de Ballore [3], pour les petits mouvements malgaches, devaient être vérifiées et plutôt élargies.

Il semble, d'un côté, que tous les points du massif cristallin de Madagascar sont susceptibles de secousses perceptibles aux sens ; par contre, Montessus a peut-être exagéré le rôle de grande cassure tectonique de la côte orientale : cassure, soit, mais qui bouge fort peu.

L'installation enfin réalisée à l'Observatoire, en septembre 1927, de deux séismographes Mainka, dont nous sommes redevables à l'Académie des Sciences (fonds de la journée Pasteur des laboratoires), allait apporter quelques précisions intéressantes.

Les instruments construits par la Société S.O.M. sont du type uniformément adopté par le Bureau central dans nos colonies. Deux composantes horizontales (NS et EW) à masse oscillante de 450 kilos, période d'oscillation réglée aux environs de 12 secondes, amortissement généralement compris entre 3 et 4, papier enfumé déroulé à la vitesse de 15 millimètres par minute, pendulette synchronisée par une pendule de précision dont l'état est déterminé soit par observations astronomiques directes, soit plus fréquemment par réception des signaux horaires européens à l'aide de la T. S. F., ce sont les caractéristiques à peu près uniformes pour l'ensemble du réseau colonial français.

Il est permis de regretter l'absence de séismographe à composante verticale, dont il n'existe aucun bon modèle français : on en pourrait peut-être établir un sans trop de frais, en s'inspirant du nouveau Vicentini italien avec amortissement magnétique qui, lui aussi, permet l'enregistrement sur papier enfumé.

L'accumulation des séismogrammes pendant huit années consécutives fournit déjà bien des détails intéressants sur la séismicité de la grande île.

La détermination au moins approximative de la distance épicentrale est généralement possible pour les séismes rapprochés ; un classement basé sur ces distances montre que les secousses d'origine locale, de 0 à 500 kilomètres de Tananarive, présentent une fréquence voisine de 40 par an, bien qu'en 1934 le nombre ait atteint 80.

En divisant cet intervalle de 500 kilomètres en deux parties inégales, de 0 à 200 et de 200 à 500, la fréquence est nettement plus grande dans le premier groupe, qui comprend au moins les trois quarts des enregistrements locaux : sans doute la sensibilité restreinte des instruments doit être ici mise en cause, sans que l'on puisse affirmer cependant que cette cause soit prépondérante. Les observateurs des sta-

tions météorologiques de tout ordre ont, en effet, reçu mission de télégraphier aussitôt la date et l'heure de tout choc, si faible qu'il soit, ressenti dans leur voisinage ; or, ces télégrammes, nombreux pour quelques secteurs particuliers, sont rares pour des lieux distants de plus de 200 kilomètres de Tananarive, et tout à fait inexistants dans certaines zones.

Parmi les chocs d'origine locale, une première catégorie correspond à des épicentres de la plaine tananarivienne, avec des distances comprises entre 0 et 30 kilomètres ; ce sont en général des frémissements très faibles, échappant presque tous à l'observation directe, mais dont l'origine s'interprète aisément. Les belles rizières de la plaine de Betsimitatatra occupent, en effet, le fond d'un ancien lac, entouré de collines, et dont plusieurs golfes sont encore incomplètement colmatés par l'apport des multiples rivières qui convergent vers cette cuvette. Le géographe peut noter sur place les anciens lits, bordés de basses ou moyennes terrasses, les rapides ou les chutes sur les parcours actuels, tous indices d'une modification assez peu ancienne du relief, d'un rajeunissement de l'érosion par l'effondrement local qui provoque la formation de l'ancien lac de Tananarive. Son exutoire l'Ikopa s'échappe vers le Nord-Ouest à travers ces rapides du seuil de Farahantsana où de coûteux et longs travaux de creusement ont dû être entrepris pour faciliter l'évacuation des eaux de crue, et mettre ainsi la capitale malgache à l'abri d'inondations néfastes.

Nous trouvons donc sans peine l'accident tectonique local qui explique par ses menus tassements la naissance de ces minuscules séismes constatés par nos enregistreurs.

Les distances épicentrales comprises entre 50 et 80 kilomètres forment, elles aussi, un groupement dont l'origine n'est pas douteuse : ces petites secousses nous viennent du massif volcanique de l'Itasy et plutôt, semble-t-il, de Miarinarivo que de Soavinandriana. Les volcans de l'Itasy sont complètement éteints ; les causes de formation du lac Itasy sont encore controversées. Au stade actuel de nos études il suffit de noter qu'il y a dans ce secteur de très faibles mouvements : on les connaissait déjà il y a vingt ans ; non seulement ils n'ont pas augmenté au cours de ces dernières années, mais même ils paraissent traverser une période d'accalmie.

Plus intéressantes et d'identification tout à fait contemporaine sont les secousses qui nous arrivent du Nord-Est, après des parcours de 85 à 180 ou 200 kilomètres. Pour en localiser l'emplacement nous avons la distance conclue des séismogrammes et les questionnaires remplis par les observateurs d'Anosibé, de Manjakandriana, d'Anjozorobé, de Moramanga, d'Ambatondrazaka, d'Andilamena, de Tsaratanana. A l'heure présente ces régions paraissent plus actives que l'Itasy et fournissent la majorité des petits tremblements de terre ressentis à Tananarive. Les plus courtes distances 85-100 kilomètres correspondent à la basse vallée du Mangoro, creux longitudinal entre deux chaînes de montagnes, sillon parallèle aux grandes lignes de crêtes de Madagascar. Entre 120 et 180 kilomètres les épicentres peuvent encore être placés sans grande erreur dans le prolongement nord de cette vallée du Mangoro, soit auprès du lac Alaotra, cuvette en voie d'assèchement, soit au nord-ouest du lac vers Andilamena.

Du point de vue purement séismologique l'hypothèse la plus séduisante serait que des failles sillonnant les bords du fossé jouent encore parfois à notre époque. Aux géologues de nous dire si ces failles existent, s'ils en retrouvent le tracé dans les lignes du relief : jusqu'ici les premières explorations par voie magnétique n'ont pas dépassé la vallée de la Mandraka, restant donc à l'ouest de la zone ébranlée. Les chutes de la Mandraka seraient dues à l'érosion et non à un accident tectonique : la séismologie n'y contredit pas, n'ayant pas observé d'épicentre attribuable à la vallée de la Mandraka.

En tout cas l'étude des tremblements de terre malgaches par voie séismologique a posé un problème qui ne paraît pas dénué d'intérêt.

Si l'on considère maintenant les microséismes plus rares dont la distance correspond à des épicentres compris entre 200 et 500 kilomètres, la localisation devient plus difficile et la répartition sur le sol plus dispersée. Le massif de l'Ankaratra, avec ses belles roches volcaniques fraîches, n'accuse pratiquement aucune instabilité. Il faut remonter aux tremblements de 1897-98 pour rencontrer des modifications passagères au débit des sources thermales d'Antsisabé.

Plus au Sud, au delà de Fianarantsoa et au pied de l'Andringitra on a signalé quelques rares chocs. Quelques-uns encore, moins strictement locaux dans le secteur qui touche la côte Sud-Est, à Manakara. A l'est de Tananarive ni Mahanoro, ni Vatomandry, ni Tamatave ne sont inquiétées. Tout au plus faut-il noter, entre ces villes maritimes et les premières crêtes des ébranlements peu importants, enregistrés ici et confirmés par la station d'Anivorano ou par des travailleurs de gisements miniers.

Montessus de Ballore fait état de secousses ressen-

ties à Sainte-Marie ; son texte prête à confusion, mettant Sainte-Marie au sud de Madagascar, où se trouve, il est vrai, non pas l'île de Sainte-Marie, mais le cap du même nom. Je n'ai retrouvé dans les archives aucune observation de tremblement de terre faite à l'île de Sainte-Marie. Les chocs n'y sont donc ni fréquents ni bien importants.

Montessus a raison d'insister sur la stabilité de la côte Ouest, d'origine sédimentaire, et de noter l'exemption moins prévue de Diégo-Suarez, où les roches volcaniques ne sont cependant pas exceptionnelles. Il ne dit rien d'une ligne allant, dans l'intérieur de l'Ankaratra, à Nossi-Bé, et que l'on peut sans doute prolonger à l'Ouest vers les Comores. Sur cette ligne nous avons quelques observations. Mandritsara, Analalava, des lieux de la grande terre voisine de Nossi-Bé figurant plusieurs fois dans nos listes, sans que nous ayons jusqu'ici le droit de préciser les lieux et les causes de ces manifestations séismiques. Nos instruments n'apportent pas dans cette zone un supplément utile d'information : leur sensibilité n'y suffit plus.

Elle suffit moins encore à qui veut étudier la séismicité de l'archipel des Comores. Nous possédons plusieurs enregistrements qui correspondent à des chocs ressentis dans les îles d'Anjouan et de Mohéli : cela fait bien près de 800 kilomètres et si les deuxièmes ondes ou les maxima s'inscrivent, l'arrivée des ondes P fait parfois défaut.

Plus loin, malgré la présence à la Grande Comore d'un volcan toujours actif, nos Mainka n'ont fourni aucun détail et les observateurs locaux de Moroni guère davantage.

Ici s'arrêtent les connaissances acquises sur la séismicité de Madagascar tant par les rapports des habitants ou fonctionnaires que par le dépouillement journalier des séismogrammes de l'observatoire.

L'île de la Réunion et son volcan ne figurent pas dans nos statistiques.

Il est néanmoins, sous l'Océan Indien méridional, une zone séismique pour laquelle la station de Tananarive apporte à la séismologie internationale une contribution fort utile.

Un foyer sous-marin existe en effet à quelque 1.900 kilomètres de nous, et l'International Séismological Summary d'Oxford, qui coordonne les dépouillements du monde entier, lui attribue d'ordinaire les coordonnées 34° S 57° E. Dépassant de beaucoup en intensité nos petites secousses malgaches, cette zone épicentrale a provoqué, au cours de ces dernières années, des mouvements enregistrés dans la plupart des stations du monde. Bien entendu, la position 34° S 57° E ne représente pas un point unique : la station la plus rapprochée, c'est-à-dire Tananarive, accuse une certaine variété dans ses observations, la latitude semble parfois plus proche de 32°, la longitude varie jusqu'à 59 et 60° ; bref l'épicentre peut se trouver quelque part sous une étendue océanique de 300 kilomètres de côté.

A quelle fracture de l'écorce peut-on rattacher ces lieux isolés? L'interprétation définitive ne semble pas acquise à la science.

Madagascar est bien placé aussi par rapport à la ligne de faiblesse qui joint les Seychelles aux Chagos : de l'Atlantique Sud jusqu'aux Indes, par l'Afrique du Sud, l'immense fossé des grands lacs africains, le golfe d'Aden, les renseignements fournis par ses séismographes apportent au Bureau international de Strasbourg des recoupements qui ne sont pas négligeables. L'Asie centrale, l'Insulinde jusqu'aux Philippines sont dans le rayon d'action des Mainka. Au delà de 9.500 kilomètres, l'enregistrement des ondes longitudinales n'offre plus les mêmes garanties d'interprétation correcte : en général la Nouvelle-Zélande, la Nouvelle-Guinée, l'Amérique du Sud sont trop loin pour nos enregistreurs au noir de fumée.

Le fonctionnement régulier d'une bonne station séismologique à Madagascar présente un intérêt d'ordre général assez reconnu. Aussi la colonie prend-elle à sa charge l'envoi des télégrammes chiffrés au Bureau de Strasbourg, et la publication du Bulletin séismique où figure le détail de nos relevés.

Les séismographes de Tananarive apporteront-ils, quelque jour, une aide efficace à la météorologie pour l'étude des grandes tempêtes tropicales ? Cette éventualité n'a rien d'invraisemblable. On sait quels ennuis procurent aux séismologistes de tous les pays ces interminables inscriptions de microséismes, à période souvent comprise entre 5 et 8 secondes, dont les trains se succèdent pendant des heures ou des journées entières, rendant si pénibles, voire impossibles, les déchiffrements des tremble ments lointains qui viennent s'y superposer.

L'origine de ces microséismes exerce depuis longtemps la sagacité des géophysiciens ; on est maintenant assuré que quelques-uns d'entre eux, sinon la plupart, sont de provenance météorologique, leur existence étant liée par un mécanisme encore inconnu, au sort des grandes perturbations atmosphériques, aussi bien dans les régions tropicales que dans les pays tempérés.

La station de Tananarive semble quelque peu privilégiée en ce qui concerne ces microséismes : ses

feuilles journalières sont, somme toute, peu influencées par ces parasites incommodes. Ce fait est dû pour partie à la sensibilité réduite des Mainka, à la stabilité du socle granitique, à l'éloignement de la mer. Les trains d'onde à période de 6-8 secondes s'y pressent en deux circonstances : pendant la saison d'été austral ils accompagnent la formation et le déplacement des cyclones tropicaux ; en hiver ils apparaissent lors des plus fortes invasions d'air froid qui lancent les vagues à l'assaut de la côte méridionale de la Réunion, et déchaînent des coups de vent de Sud-Est redoutés des navigateurs qui les nomment improprement « coups de mousson ».

Utiliser ces microséismes pour l'étude des cyclones tropicaux, y puiser des renseignements supplémentaires à l'heure où le service de prévision du temps n'est jamais trop renseigné, c'est chose fort souhaitable, et qui ne paraît pas chimérique.

Soulignons seulement quelques points de repère : lors d'un cyclone rapproché de nos côtes, l'amplitude des microséismes serait en rapport direct avec la violence du météore, ce qui n'offre rien de surprenant. Cette amplitude décroît brusquement, les microséismes perdent toute régularité et presque toute importance lorsque le cyclone aborde la terre ; transmission plus difficile par le sol, atténuation du tourbillon qui se heurte à l'obstacle résistant et souvent se désagrège sont hypothèses plausibles. Le détail le plus significatif et le moins expliqué nous paraît celui-ci : ces microséismes atteignent leur maximum d'amplitude et de régularité lorsqu'un cyclone tropical bien organisé circule sur l'Océan Indien à grande distance de Madagascar, et qu'il en est éloigné de 1.000 à 1.500 kilomètres.

En période d'anticyclone puissant les microséismes les plus nets et les plus réguliers s'observent aussi à grande distance du foyer perturbateur.

Les remarques faites à Tananarive rejoignent ici celles qu'ont publiées ailleurs des observateurs isolés, notamment Zanon [4]. Mais ce dernier disposait d'un jeu d'instruments plus complet et plus varié que le nôtre ; il a donc pu ajouter des spécifications de périodes en rapport avec celles, maintenues délibérément différentes, de ses dix séismographes.

L'utilisation que nous pouvons faire de nos observations est assez limitée : je note sans y insister l'avantage de l'enregistrement au noir de fumée, où l'on peut suivre à chaque instant les inscriptions sans attendre le changement des feuilles et le développement des images photographiques. Les microséismes nets et réguliers signalent l'existence d'une perturbation atmosphérique, vague de hausse ou tourbillon cyclonique : le cyclone n'attaquera pas de front Madagascar sans que son approche ait été signalée par les séismographes ; cette protection sera cependant insuffisante, puisque nous avons vu des cyclones tropicaux de faible diamètre se former au voisinage de nos côtes, qu'ils heurtent quelques heures plus tard ; les microséismes nocturnes ne seront vus sur les feuilles que le lendemain matin, peut-être trop tard dans des cas extrêmes. Il n'en reste pas moins que le séismographe peut fournir à la prévision du temps un surcroît d'informations.

En somme, les recherches séismologiques entreprises à Madagascar dépassent largement le domaine de la science pure ; sans faire preuve d'un optimisme exagéré on peut estimer qu'elles n'ont pas dit leur dernier mot. Pour les études de séismicité locale d'autres modèles de séismographes, à période propre plus courte, amplification et sensibilité plus grande seraient sûrement plus avantageux : aux Etats-Unis le groupement de stations coordonnées autour de Pasadena montre ce que l'on peut obtenir avec un outillage approprié. Pour améliorer le rendement des stations au point de vue des séismes lointains un séismographe vertical sensible serait indispensable ; enfin dans les microséismes d'origine météorologique on aurait besoin de pouvoir faire varier la période propre des pendules horizontaux ou verticaux afin d'étudier les résonances les plus favorables. On n'a rien dit de la prospection géophysique par les études séismologiques, aucun essai en terre malgache n'étant venu à notre connaissance.

Les quelques résultats que l'on vient d'exposer, pour humbles qu'ils soient, ouvrent à nos yeux des perspectives attrayantes : les sujets de méditation et d'expériences ne manquent pas pour les géophysiciens.

Références bibliographiques

1. Comte de Montessus de Ballore. — *La Science séismologique*. Paris, Colin, 1907, 1 vol. in-8°. Chapitre IV : Séismicité et fréquence.

2. Ch. Poisson. — *Tremblements de terre de Tananarive :* 1889-1924. Bulletin économique de Madagascar, 3e et 4e trimestres 1924. Tananarive.

Ch. Poisson. — *Tremblements de terre malgaches de* 1897 *à* 1905. Bulletin économique de Madagascar, année 1930, n° 1 : Documentation, Etudes. Tananarive, pp. 317-326.

Ch. Poisson. — *Recherches sur les tremblements de terre à Madagascar* (3e série), même volume, pp. 327-336.

Ces trois notes dressent la statistique raisonnée de toutes les observations de provenance diverses rassemblées jusqu'au 31 décembre 1929.

Ch. Poisson. — *Tremblements de terre à Madagascar*, 1930-1931-1932. Bulletin de l'Académie Malgache, t. XV, pp. 1-6.

La première de ces notes a paru également dans l'Annuaire de l'Institut de Physique du Globe de Strasbourg (séismologie) pour l'année 1924, la dernière dans ce même annuaire, année 1932.

3. F. de Montessus de Ballore. — *Les tremblements de terre.* Géographie séismologique, 1 vol. in-8°, Paris, Colin, 1906. Madagascar et Comores, pp. 151-152.

4. P. Francesco Saverio Zanon. — *Microsismi e sismografi.* Estratto dalla Rivista l'Universo, anno XX-n-12, Firenza, 1934.

Les « microsismographes Vicentini, avec astatisation magnétique », sont construits par A. Dozza, à Padoue (Padova).

Ch. Poisson,
Correspondant de l'Institut.

La Séismologie à la Martinique

L'archipel des petites Antilles occupe une situation géographique très particulière : il se trouve le long du géosynclinal circumpacifique ; d'autre part, il est sur le tracé du géosynclinal méditerranéen marqué par un plissement tertiaire reliant les Antilles, à travers l'Atlantique, au grand Atlas marocain.

Il n'est pas surprenant, par conséquent, que cette partie de la surface du globe ait été et soit encore le siège de phénomènes volcaniques et de secousses séismiques nombreuses.

Les petites Antilles sont bordées de profond abîmes à l'Est et à l'Ouest. Elles forment en quelque sorte deux séries d'îles : la première, vers la mer des Antilles, a été édifiée presque exclusivement par les évents volcaniques en activité dès le commencement du tertiaire, mais qui, à l'heure actuelle, sont réduits pour la plupart à la phase solfatarienne. Les dernières éruptions sont celles de Saint-Vincent, en 1812 et 1902, Guadeloupe en 1797 et 1837, Dominique en 1880 et Martinique en 1852, 1902 et 1929.

La deuxième série d'îles, accolée à la première, formée par la surrection de fonds marins. Ce sont, notamment : Anguilla, Antigua, la Grande Terre de la Guadeloupe, Marie-Galante, la Désirade.

On est en droit d'admettre que la plupart des grands séismes antillais sont des tremblements de terre tectoniques, dus à la continuation des mouvements d'effondrement du massif ancien en « oval méditerranéen » dont l'île d'Aves est sans doute le dernier vestige.

Les plus importants de ces séismes qui aient touché la Martinique et la Guadeloupe depuis trois siècles sont les suivants :

1657. — D'après Dutertre (t. I, p. 498).

7 novembre 1727. — Les secousses se succédèrent nombreuses et violentes, la plupart des bâtiments en pierres furent renversés.

1735. — Une forte secousse qui démolit plusieurs maisons et fit de nombreuses victimes à la Guadeloupe.

2 août 1810. — Surtout violente à la Guadeloupe.

4 juillet et 14 août 1816.

1827. — Secousse destructrice avec raz de marée le 30 novembre. Surtout ressentie à Marie-Galante et à Haïti.

1839. — Le 11 janvier se produisit le plus violent tremblement de terre connu dans les annales de la Martinique. Fort-de-France et Case-Pilote furent détruits. Sainte-Lucie, la Dominique et la Guadeloupe furent très éprouvées également.

1843. — Tremblement de terre violent qui toucha surtout la Guadeloupe : Pointe-à-Pitre fut détruite (2.000 morts). Il fut ressenti dans toutes les Antilles.

1878. — Le 3 août, une violente secousse, qui détruisit Saint-Domingue, ébranla toutes les Antilles.

1897. — En avril, secousse sérieuse, qui causa une nouvelle catastrophe à la Guadeloupe.

1906. — Le 16 février, se produisit la plus violente secousse signalée depuis 1843. Elle causa de nombreux dégâts dans toute la Martinique ; mais ce furent surtout Sainte-Lucie et Saint-Vincent qui furent éprouvés.

A côté de ces secousses destructrices figurent un nombre élevé de petites secousses à aires beaucoup plus limitées, qui semblent dues à l'incohérence des matériaux volcaniques formant sous-sol. On en compte en moyenne de 6 à 8 par an.

Les périodes les plus affectées ont été : août et septembre 1736.

L'année 1753 avec 33 secousses.

De 1792 à 1795, plus de 60 secousses.

L'année 1843. Cette année, de 8 janvier au 1er juin, on ressentit plus de 200 secousses à Fort-de-France et plus de 350 à la Guadeloupe.

1853 avec plus de 50 secousses.

Septembre et octobre 1875 plus de 50 secousses.

1906-1907 : 60 secousses.

Le 21 juin 1935. Après une série de petites secousses un assez violent tremblement de terre pouvant être classé au 6° degré de l'échelle internationale d'intensité a été ressenti dans le sud de la Martinique. C'est la dernière secousse récente importante et la plus violente constatée depuis 1906.

Quant aux secousses d'origine volcanique, elles sont fort rares.

La séismologie moderne a montré nettement l'indépendance qui existe entre les éruptions volcaniques et les grands séismes. Comme nous l'avons dit plus haut, c'est la situation sur les deux plus importantes lignes de relief du globe qui fait de la Martinique et de la Guadeloupe, une des régions les plus exposées à ces phénomènes.

Lors des éruptions de la Montagne Pelée, M. A. Lacroix a fait remarquer qu'aucune des très nombreuses secousses constatées à cette époque n'avait coïncidé avec quelque manifestation importante du volcan. MM. Arsandaux et Boutin, en 1929-1930, et nous-mêmes en 1930-1931, avons pu faire les mêmes constatations.

Parmi les secousses signalées dans l'histoire de la Martinique et de la Guadeloupe, les seules qui pourraient être classées comme secousses d'origine volcanique sont celles de :

1694, lors de l'éruption de la Soufrière de la Guadeloupe ;

28 septembre 1797, pendant une nouvelle éruption de la Soufrière ;

Les 5 et 6 août 1751, plusieurs secousses semblent avoir coïncidé avec une éruption de la Montagne Pelée.

Quelques secousses qui se rattachent aux secousses d'origine volcanique sont celles dues aux affaissements brusques et aux effondrements qui se produisent sur le dôme de la Montagne Pelée. Ces phénomènes de tassement sont accompagnés d'une légère diminution de l'altitude du sommet et parfois d'éboulements. Le personnel de l'Observatoire a été plusieurs fois témoin de phénomènes semblables en 1934 et 1935. Les principales secousses entrant dans cette catégorie ont été enregistrées les : 10 janvier 1934, 20 février 1934, 14 avril 1935.

Cependant, l'indépendance entre les séismes et les éruptions volcaniques ne doit pas faire nier toute parenté entre les uns et les autres, et faire abandonner les observations séismologiques en volcanologie.

Des frémissements très faibles du sol, des explosions ou chocs souterrains précurseurs des manifestations extérieures peuvent en effet se produire et n'être décelés que par des appareils fort sensibles et suffisamment rapprochés du foyer éruptif. Et l'installation d'une station séismologique de premier ordre s'impose, au contraire, dans un observatoire volcanologique pour l'étude de ces phénomènes prémonitoires.

Les premiers séismographes à la Martinique ont été mis en place par M. A. Lacroix, en 1902. Deux appareils horizontaux Bosch, et un séismoscope avertisseur Secchi avaient été fixés au Morne des Cadets.

Ces appareils ont permis de noter les séismes de la région jusqu'en 1927.

A cette date, deux appareils Mainka, type du Bureau central séismologique français, ont été mis en service à Fort-de-France par les soins de M. Simon.

Dès lors, les séismes locaux ont pu être étudiés d'une façon plus précise, et les premières remarques suivantes ont pu être faites : la plupart des secousses locales ressenties ont leur épicentre à une distance moyenne de 120 kilomètres.

Les secousses éloignées enregistrées proviennent exclusivement des Amériques (Andes, Guatemala, Mexique, Californie, Alaska), des Grandes Antilles, du Japon, de Nouvelle-Zélande et de l'Inde.

Aucun des tremblements de terre d'Europe ou d'Afrique, en particulier de l'Apennin, de la chaîne Bétique, de l'Atlas Tellien, n'a été enregistré jusqu'à ce jour à la Martinique.

Pour la période bien connue de 1900 à 1935 on a

pu étudier également la répartition saisonnière des séismes locaux. Une très vieille opinion répandue aux Antilles veut que les tremblements de terre soient plus nombreux à certaines époques bien déterminées de l'année. Le nombre, peu élevé du reste, des secousses ressenties à la Martinique pendant les 35 dernières années permet de montrer combien certaines assertions sont peu fondées.

En effet, les 236 secousses notées se répartissent ainsi :

20 en janvier, 19 en février, 30 en mars, 14 en avril, 24 en mai, 16 en juin, 14 en juillet, 27 en août, 22 en septembre, 16 en octobre, 16 en novembre, 15 en décembre.

En considérant les totaux annuels, on voit apparaître des maxima nets :

3 fois au printemps, 4 fois en été, 3 fois en automne, 3 fois en hiver.

Ces chiffres sont assez concluants et démontrent que la terre tremble indifféremment en tout mois de l'année. Si au premier abord certaines saisons semblent plus favorables, il est prudent de ne considérer ce fait que comme un simple accident de statistique insuffisante.

En cherchant l'influence des solstices et des équinoxes sur la séismicité, comme l'ont fait certains auteurs, on ne constate rien de bien particulier non plus.

En 1931, lors de la réorganisation de l'Observatoire de la Martinique, on a décidé l'acquisition de deux nouveaux séismographes : un Galitzine vertical type Wilip et un Quervain-Piccard de 20 tonnes.

Le premier de ces appareils est destiné particulièrement à l'étude des tremblements de terre éloignés.

Le gros séismographe Quervain-Piccard, installé sur les conseils de M. Rothé, Directeur du Bureau Séismologique international, doit pouvoir enregistrer les séismes locaux avec toutes les phases, principalement les secousses rapprochées dues aux manifestations volcaniques internes de la Montagne Pelée.

Cet appareil est identique à celui qui a été installé par le Service séismologique suisse à l'Observatoire de Bâle en 1931.

La masse, constituée par 220 plaques de fonte, forme un cylindre de 1 m. 70 de diamètre. Elle est suspendue à quatre ressorts par l'intermédiaire de tiges la saisissant par la base. Au centre de gravité aboutissent les tiges de propulsion des leviers amplificateurs.

L'agrandissement fourni par le système de leviers est de $10 \times 10 \times 20 = 2.000$.

L'amortissement se fait à l'aide d'aimants réglables en acier chromé.

On enregistre le mouvement des trois composantes : N.-S., E.-W., et verticale sur une même feuille de papier noirci de 90 centimètres de long sur 75 centimètres de large. Le déroulement du papier est de 60 millimètres à la minute.

Pour les deux composantes horizontales, la période de la masse est de 3 secondes.

Pour la composante verticale elle n'est que de 1 sec. 7.

Un dispositif d'astatisation sert à augmenter la période propre de la composante verticale et à la porter également à 3 secondes.

L'appareil est très sensible aux variations de température par suite de la dilatation des ressorts de suspension : il en résulte une élévation ou un abaissement de la masse et par conséquent un déplacement du zéro de la composante verticale. La compensation de ce déplacement est faite en utilisant la variation du coefficient d'élasticité d'un ressort auxiliaire.

ROMER,
Chef du Service de Physique du Globe de la Martinique.

Observations séismologiques en Afrique Occidentale Française

MICROSÉISMES

Les inscriptions obtenus par les appareils de la station de Dakar se rapportent naturellement à l'agitation microséismique et à l'enregistrement des tremblements de terre.

En ce qui concerne l'agitation microséismique, l'examen des séismogrammes récents de Dakar confirme pleinement les remarques déjà publiées par M. Hubert (*Bulletin du Comité d'Etudes historiques et scientifiques de l'A. O. F.*, 1924, pp. 545 et suivantes) et M. Beaufils (même publication, 1925, pp. 88 et suivantes). On peut ajouter en outre qu'étant donné que la « barre » est toujours presque parallèle au littoral et que la base N.-S. de la sta-

tion, c'est-à-dire le segment N.-S. passant par la station et limité par le littoral, est beaucoup plus grande que la base E.-W., l'amplitude des mouvements N.-S. est en général inférieure à celle des mouvements E.-W., même par houle du Nord ou Sud.

La direction de la houle n'intervient donc pas directement dans la forme des ondulations, pas plus que la direction du vent. Ce n'est que parce que les caractères dynamiques du vent (amplitude et périodicité des rafales) ne sont pas les mêmes selon que l'on a affaire à l'alizé, ou à la mousson faible (W. ou N.-W.) ou violente (S.-W. à S.) ou à l'harmattan, qu'on peut distinguer dans les séismogrammes des aspects différents de ces inscriptions qu'on peut appeler « microséismogrammes », selon la direction du vent et par conséquent de la houle. On pourra donc rencontrer — et l'on rencontre en fait — des exceptions aux lois générales établies par les auteurs cités précédemment, car il arrive quelquefois que l'alizé soit violent comme un coup de vent du S.-S.-W. en hivernage ou doux et régulier comme la mousson, etc., les vents de chaque direction pouvant emprunter accidentellement les caractères dynamiques habituels d'un autre vent.

Quant aux inscriptions de tremblements de terre, elle ne portent guère que sur des séismes éloignés, les autres étant fort rares. A titre d'exemple, l'inscription du séisme du 2 mai 1933 (Japon), l'une des plus belles, a pu donner lieu à une analyse complète. L'inscription à Dakar a duré de 17 h. 49 minutes à 23 heures.

Le début de l'inscription n'est net sur aucune des deux composantes NS et EW. D'après le temps écoulé entre l'arrivée des ondes P′ (17 h. 49 m. 47 s.) et celle des ondes PRI (17 h. 51 m. 50 s.) la distance de l'épicentre, comptée sur le grand cercle joignant ce point à Dakar serait de 14.300 kilomètres.

D'après ce qui précède, les ondes P normales n'ont pas été inscrites à Dakar, ce qui ne doit pas surprendre d'après la distance (14.300 km.). Toutefois aux environs de 17 h. 46 m. on peut discerner un *impetus*, sans qu'on puisse dire s'il est dû au tremblement de terre ou au mouvement microséismique qui d'ailleurs était très faible ce jour-là à Dakar.

Macroséismes

Ainsi qu'il a été dit plus haut, les tremblements de terre locaux sont rares. Le dernier en date a eu lieu le 17 juillet 1935, vers 14 h. 35, à Boffa.

Faute d'inscription séismographique nous consignons ci-dessus les observations de M. Rognon, commandant du Cercle de Boffa :

La secousse s'est produite le 17 juillet 1935, à 14 h. 35 et a été observée au premier étage du bâtiment de la résidence, construction en pierre et ciment. Tous les habitants de la localité l'ont perçue. La secousse peut être située entre le 5e et le 6e degré d'amplitude.

Le phénomène a été précédé d'une période de calme de quelques minutes suivi d'une rafale de vent passant en trombe. Après avoir débuté par un grondement sourd allant crescendo, il a acquis toute son amplitude au bout de la première seconde pour diminuer peu à peu d'intensité.

Le mouvement ondulatoire se déplaçait d'Est en Ouest. L'impression a été particulièrement désagréable à son paroxysme. Des meubles ont oscillé et se sont légèrement déplacés. Une lézarde s'est produite dans le plafond en ciment du bureau de la résidence, et deux fissures qui n'existaient certainement pas auparavant sont maintenant nettement visibles. Le sol est latéritique avec couche granitique sous-jacente variant entre 12 et 35 mètres.

Toute la population de la région avoisinante Boffa et bien certainement celle de l'ensemble du cercle a eu la perception très nette du phénomène. La secousse a été perçue en bien des points du cercle à Sobané, à 45 kilomètres, à Taguifilé, 62 kilomètres.

Aux dires des habitants, c'est la troisième fois qu'un tremblement de terre est perçu à Boffa.

1° En 1914, peu de temps avant la guerre ;
2° En 1922, vers février ;
3° Celui qui nous occupe.

Jusqu'à ce jour, aucun glissement, éboulement ou affaissement de terrain n'a été signalé dans le cercle.

Signé : Rognon.

En transmettant ces renseignements, M. Hobeniche, chef du Service Météorologique de la Guinée, donne les renseignements complémentaires suivants :

La courbe du baromètre enregistreur de Conakry présente le 17 juin, à 14 h. 45, un crochet négatif de 0,2. En outre, on a entendu comme un roulement de tonnerre lointain, phénomènes qui sembleraient se rapporter au séisme de Boffa. Le 5 avril 1928, des secousses légères furent ressenties à Boké, Boffa, Forécariah, Conakry.

Welter,

Chef du Service Météorologique de l'Afrique Occidentale Française.

L'Observatoire de la Martinique à l'Exposition du Tricentenaire des Antilles

La Physique du Globe, et en particulier la Volcanologie, et la Météorologie ont été représentées à l'Exposition du Tricentenaire des Antilles qui vient de se clore à Fort-de-France.

Une collection de minéraux, des photographies et quelques graphiques donnaient un aperçu du travail accompli par l'Observatoire dans le domaine de la volcanologie. Parmi les minéraux figurait une collection de roches provenant de l'éruption de 1902 qu'on pouvait comparer à des échantillons analogues, mais appartenant aux formations de 1929. Une série de bombes volcaniques était également offerte à la curiosité des visiteurs. La plupart des échantillons de la montagne Pelée étaient accompagnés de plaques minces. Pour compléter cette collection, une vitrine spéciale était réservée aux échantillons provenant des autres parties de l'Ile : micas du Carbet, phosphates d'allumine du Diamant, calcaires de la côte Est, etc. La présentation de cet ensemble n'a demandé aucun effort spécial de la part des organisateurs de l'Exposition, tous ces échantillons font, en effet, partie du matériel d'étude rassemblé par le Directeur de l'Observatoire M. Romer, depuis 1931.

Il en est de même pour la plus grande partie des photographies qui représente d'une façon méthodique les différents stades de la vie post-éruptive du volcan.

Les graphiques de la section volcanologique ont été exécutées en partie d'après les données déjà publiées dans cette revue et, d'autre part, d'après des superpositions de photographies faites par la mission de M. A. Lacroix en 1903 ou prises depuis 1931 par l'Observatoire. Ces comparaisons mettent bien en évidence le travail de l'érosion.

La géophysique était encore représentée par des montages d'appareils : Inclinomètres, Boussole d'inclinaison, Electroscope, etc. Une place a été réservée aux enregistrement des secousses séismiques. Des graphiques vulgarisaient le raz de marée et la représentation isoséismique, un autre reproduisait la variation de la déclinaison magnétique d'après les observations poursuivies à Fort-de-France depuis 1930.

La section de météorologie a cherché à illustrer le travail qu'elle poursuit en météorologie dynamique et en climatologie. En ce qui concerne la première partie, ce sont les cyclones qui étaient présentés en premier lieu. Deux cartes à trois dimensions, conformes au principe décrit par M. Hubert, figuraient les aspects de la couche atmosphérique par temps normal et au moment d'un cyclone centré au milieu de la mer des Antilles. Sur la première carte, le courant équatorial règne au Sud des Grandes Antilles ; au Nord, on trouve le courant du Nord-Est. Le front de séparation de ces deux courants a été représenté à 5 niveaux différent jusqu'au courant d'Ouest qu'on trouve, en général, vers 10.000 mètres. Sans schématiser outre mesure, on a réussi à donner ainsi une idée d'un front avec les accidents qui le caractérisent et de représenter l'équilibre thermique entre deux courants voisins.

Sur la deuxième carte, cet équilibre est rompu par un envahissement de la région au Sud de San-Domingue par le courant froid recouvrant en altitude le courant équatorial. Une déformation frontale importante apparaît sur cette carte et l'allure discontinue du météore ressort avec netteté.

Ces cartes ne représentent pas un cas bien défini de formation cyclonique, mais se rapportent à l'ensemble des observations faites en été 1935. Pour aider leur interprétation, une carte plane résumait les principales étapes de la déformation du front de l'alizé au sol au moment de la formation d'un cyclone.

Une autre carte schématique représentait un cyclone observé à la Martinique en septembre 1935. Cette perturbation paraît très typique pour la région, mais il est encore difficile d'en définir avec précision la structure. Elle est caractérisée par une baisse du baromètre pouvant atteindre une dizaine de millimètres, précédée d'un envahissement par l'air froid d'une vaste région autour des Petites Antilles et suivie de l'apparition d'un courant sud au sud de cette région. Le vent, cependant, ne dépasse pas 15-20 mètres par seconde. Aux Antilles, on appelle ces perturbations « queues de cyclone ». Cette expression laisse supposer l'existence d'un véritable cyclone au voisinage. Cependant, bien que la T. S. F. des îles de l'Archipel annonce un cyclone

dans les parages, deux ou trois heures après le début de la perturbation, ce cyclone n'est jamais vu de personne de près. Le centre d'une perturbation appartenant à ce type a traversé la Martinique en Septembre 1935. Il semble que ce cyclone a même pris une certaine force après avoir pénétré dans la mer des Antilles, mais il s'est comblé en abordant le passage de Mona. Dans l'île les dégâts étaient limités et se ramenaient surtout à un ou deux ponceaux emportés. On se trouve, néanmoins, en présence d'un véritable cyclone, car les isobares dessinent des cercles fermés, mais le gradiant reste très faible. On ne peut pas considérer ces perturbations comme des cyclones naissants, car il arrive qu'après avoir été suivis pendant sept, huit jours ils se comblent sans prendre un développement tant soit peu considérable. Les appellations « cyclones latents » ou « états cycloniques » paraissent mieux appropriées à ce genre de phénomène dont un exemple était présenté sur carte à l'exposition du Tricentenaire.

Dans la partie climatologique du stand on pouvait voir une carte en relief des pluies à la Martinique. Sur cette carte, chacune des stations pluviométriques était représentée par un tube de hauteur proportionnelle à la quantité d'eau recueillie dans la station. Le relief ainsi dessiné reproduit d'une manière assez exacte celui de l'île et permet, en particulier, de constater que la partie méridionale de la Martinique n'est pas aussi sèche qu'on le croit. Il est probable que le manque d'eau de cette région est surtout en relation avec la nature du sol.

La température et la pluviométrie ont donné lieu à la présentation de graphiques sur lesquels on a représenté simultanément la variation mensuelle de ces facteurs à Fort-de-France, au Morne-des-Cadets (Martinique, 510 mètres d'altitude) à Tours et à Niamey (A. O. F.). La régularité du climat des Antilles était mise en évidence à l'aide de ces comparaisons.

On pouvait aussi examiner, dans le stand, quelques appareils qu'utilise le service Météorologique : baromètre, dit de gravité, pyrhéliomètre, théodolite enregistreur Hubert-Lepetit, etc... Un exemple de sondage enregistré et développé sur un fond de carte de la Martinique était présenté avec le matériel de sondage utilisé à l'Observatoire.

Le stand de la Physique du Globe à l'exposition de Fort-de-France

Les publications du service central et du service local ont également retenu l'attention de nombreux visiteurs.

La presse martiniquaise a réservé un accueil favorable à ce stand et le public paraît avoir été satisfait de ce contact avec l'Observatoire.

S. Frolow,

Chef p. i., du Service météorologique de la Martinique.

CARTE GENERALE DES PLUIES
DANS L'AFRIQUE DE L'OUEST

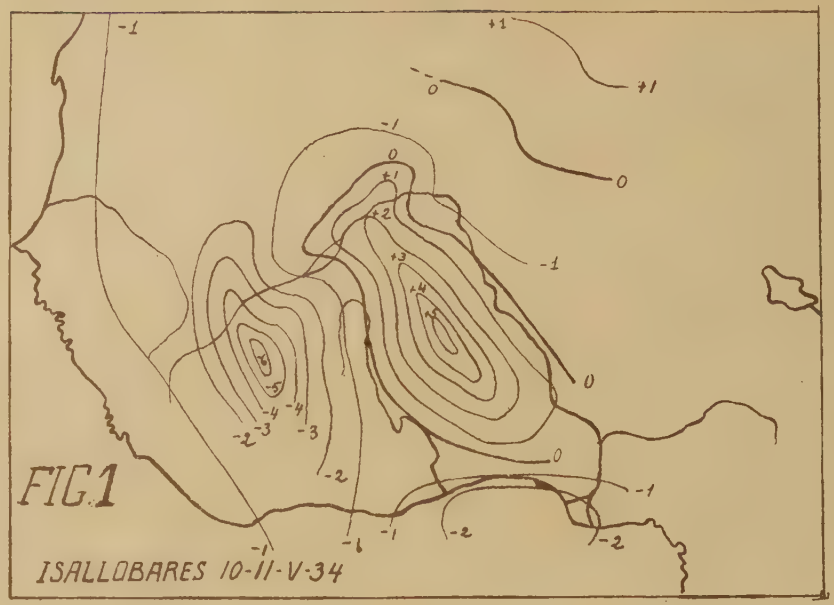


FIG.1

ISALLOBARES 10-11-V-34

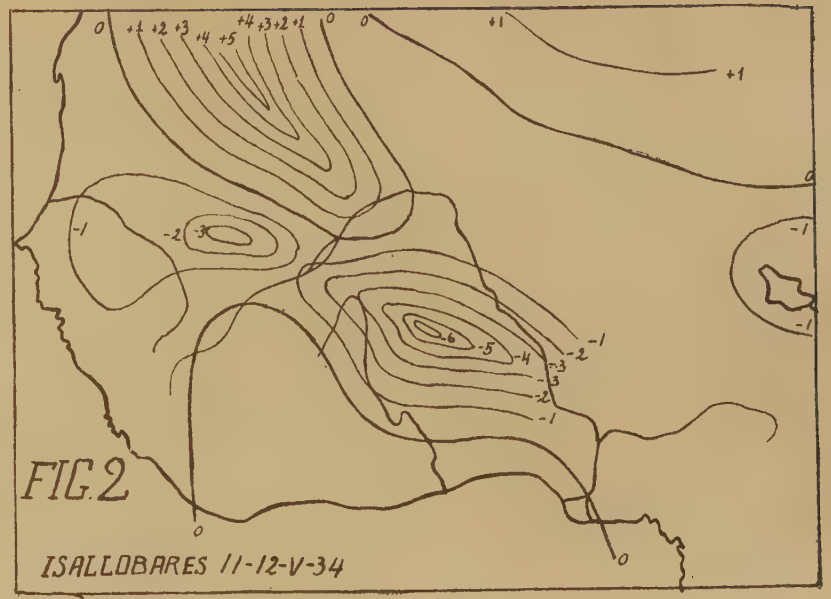


FIG.2

ISALLOBARES 11-12-V-34

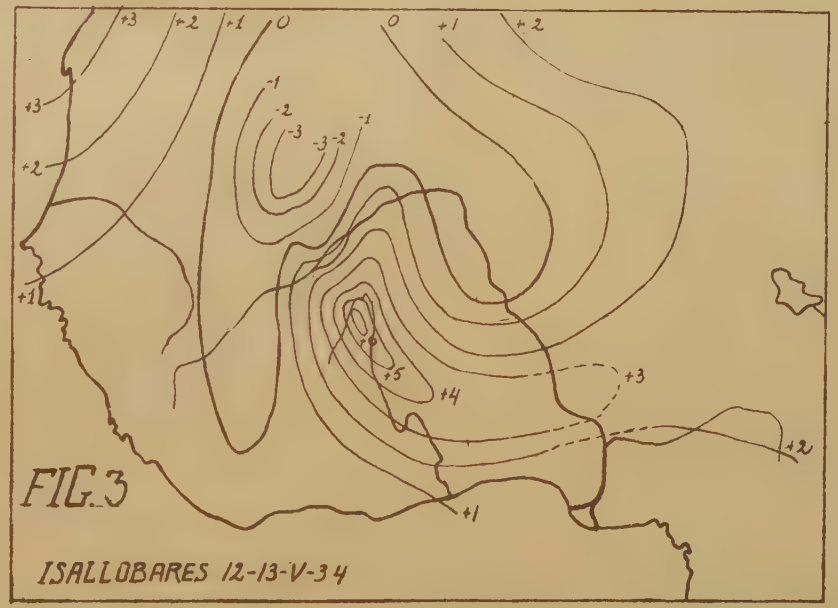


FIG.3

ISALLOBARES 12-13-V-34

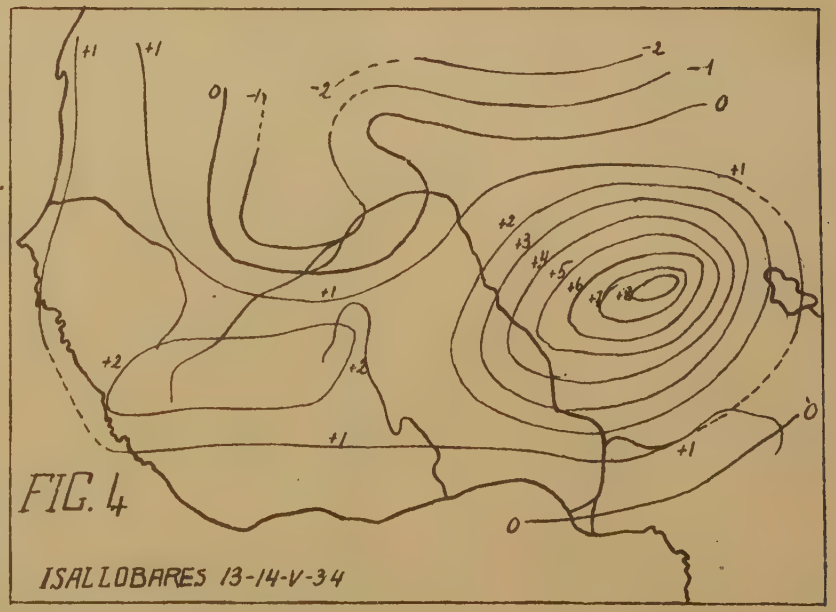


FIG.4

ISALLOBARES 13-14-V-34

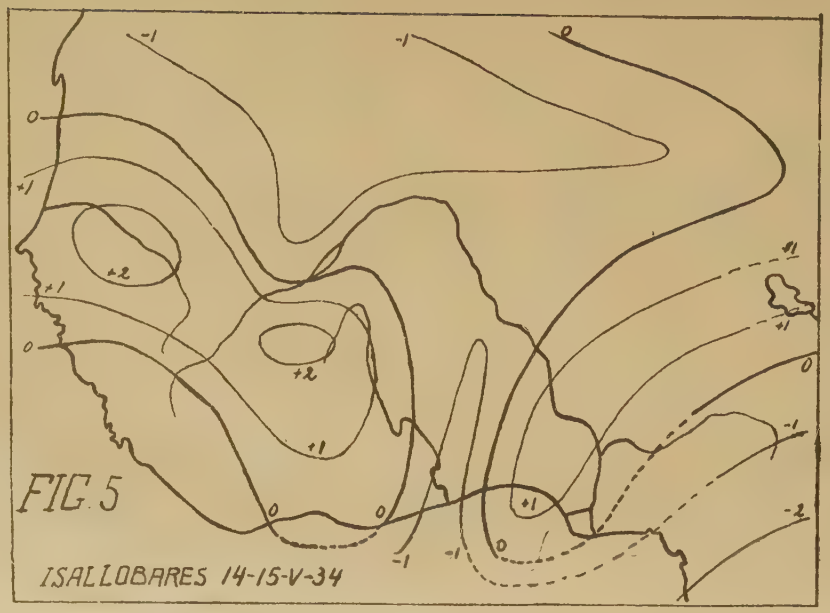


FIG. 5
ISALLOBARES 14-15-V-34

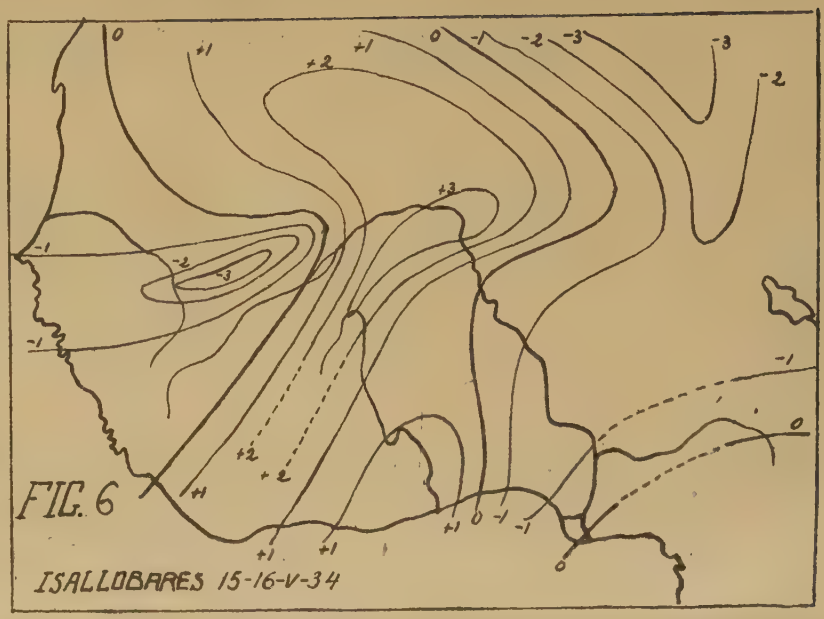


FIG. 6
ISALLOBARES 15-16-V-34

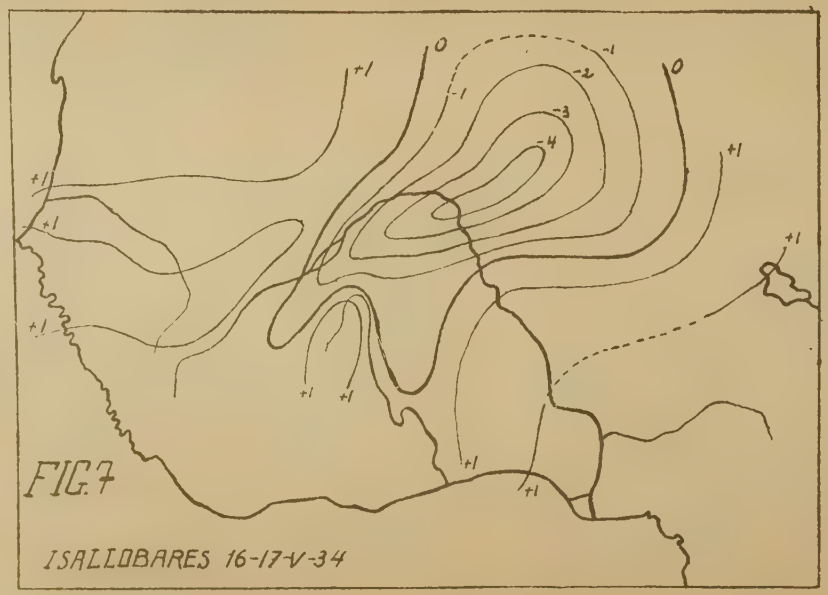


FIG. 7
ISALLOBARES 16-17-V-34

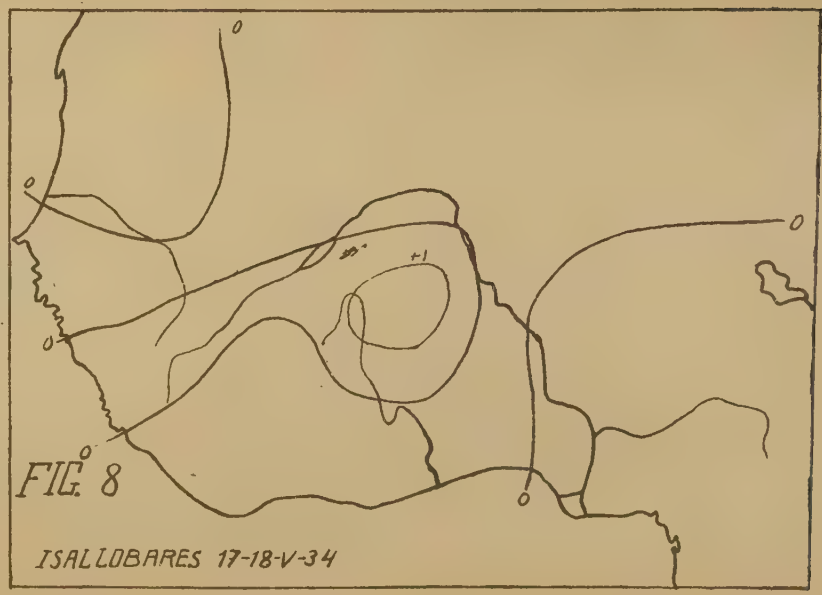


FIG. 8
ISALLOBARES 17-18-V-34

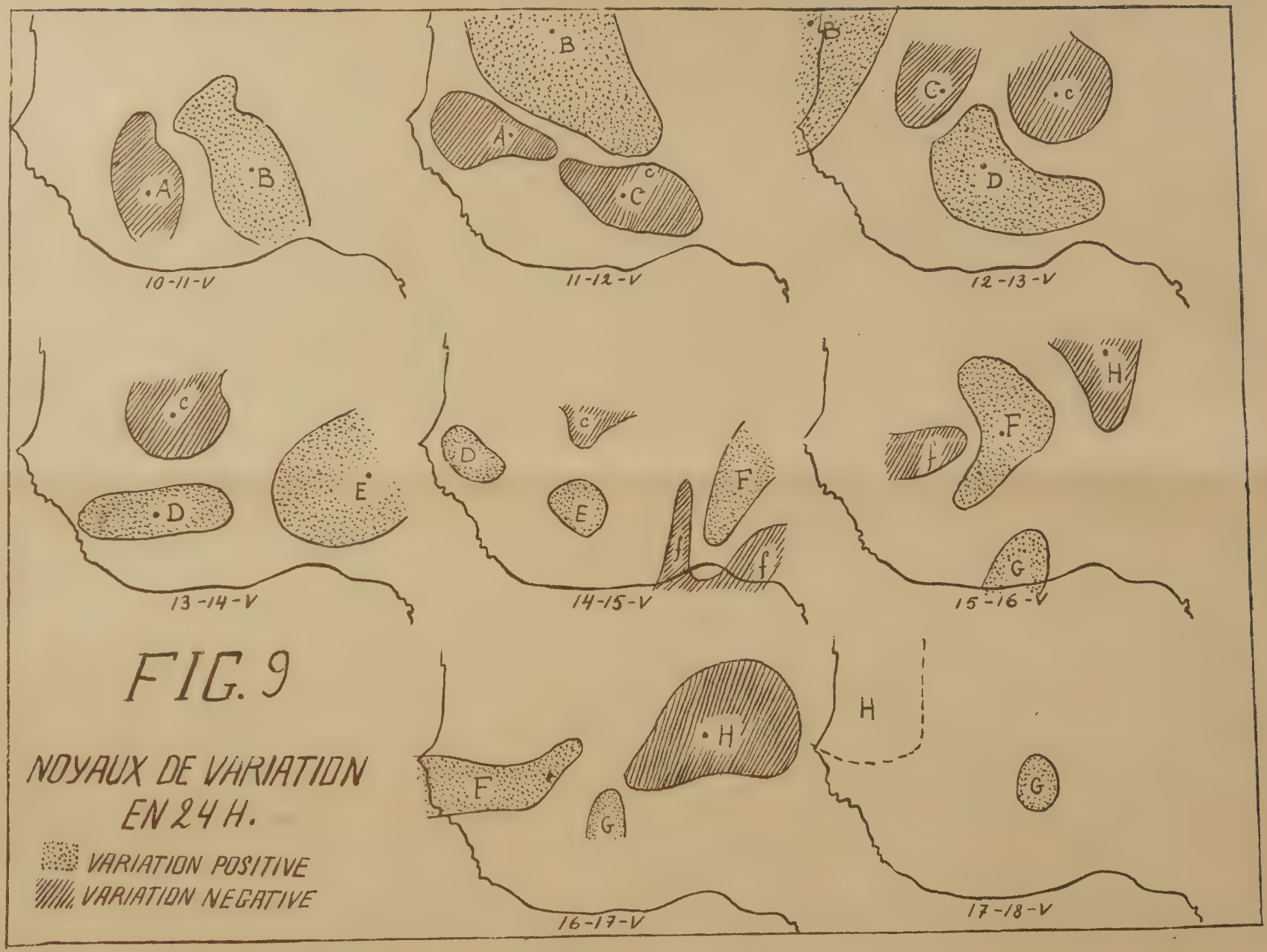

A
B
10-11-V
A
B
C
C
11-12-V
B
C
C
D
12-13-V
C
D
E
13-14-V
C
D
E
F
f
14-15-V
H
F
f
G
15-16-V
F
G
H
16-17-V
H
G
17-18-V
NOYAUX DE VARIATION EN 24 H.
VARIATION POSITIVE
VARIATION NEGATIVE

FIG. 9

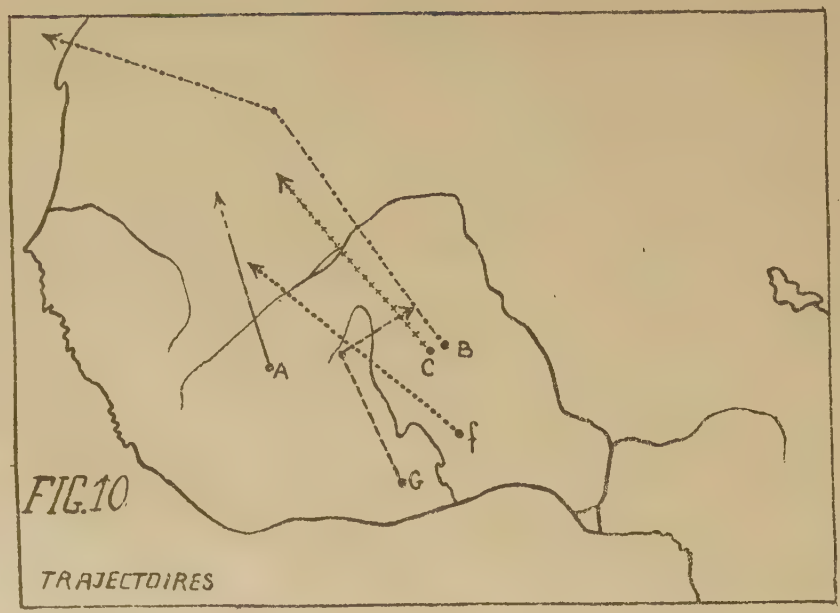


FIG.10

TRAJECTOIRES

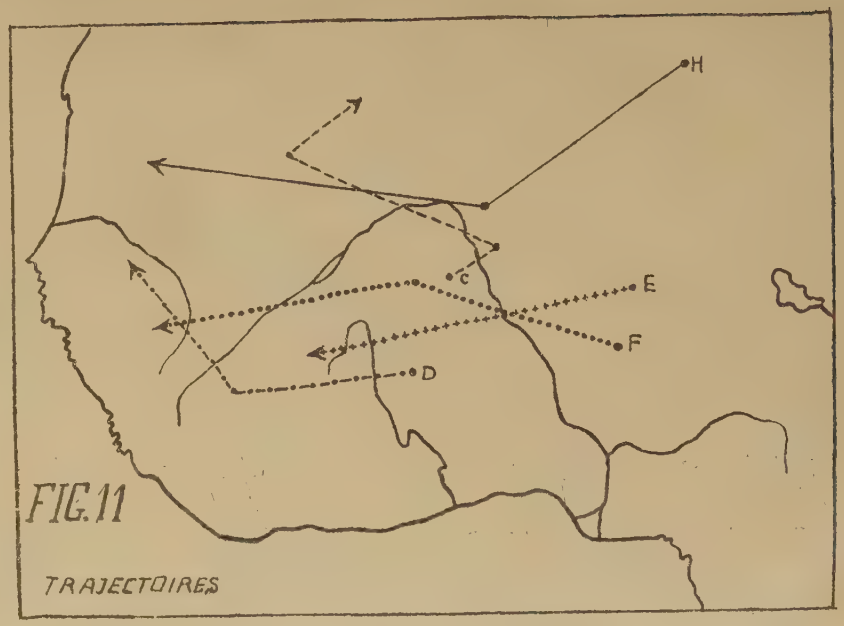


FIG.11

TRAJECTOIRES

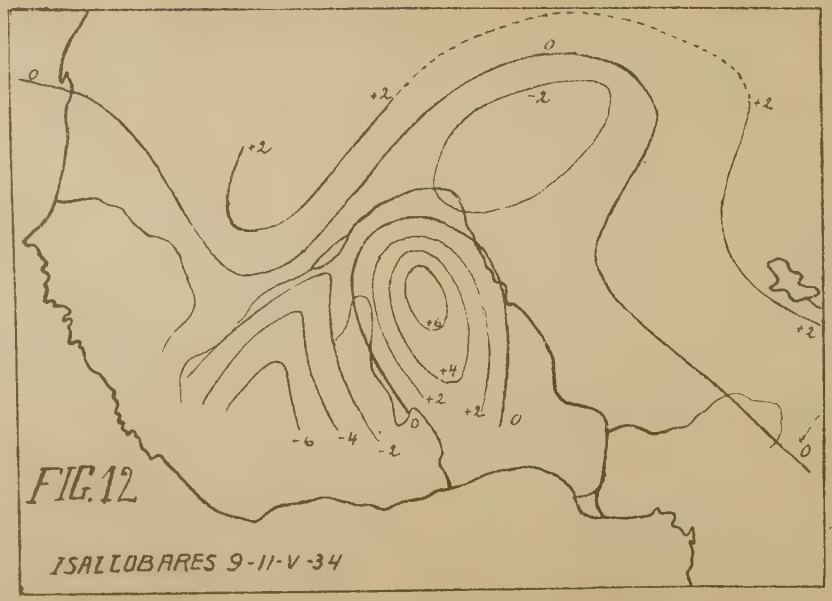


FIG.12

ISALLOBARES 9-11-V-34

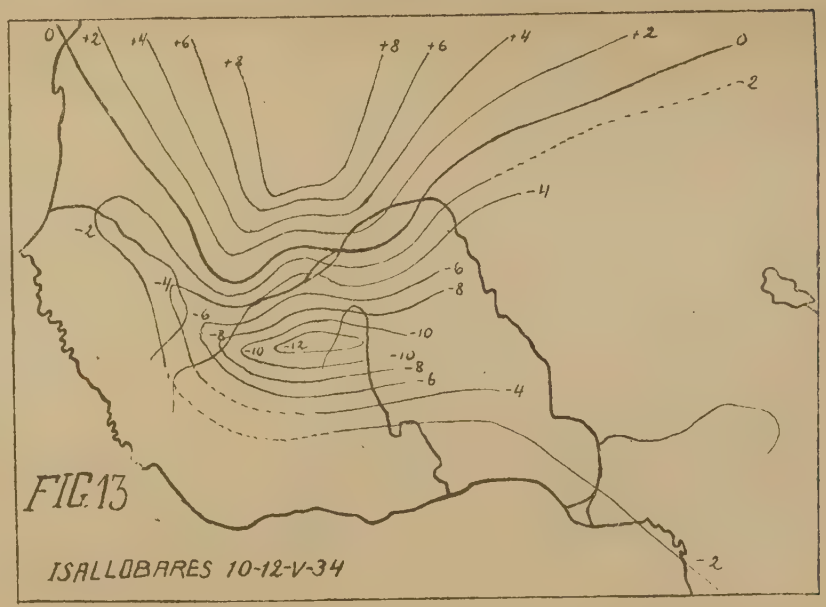


FIG.13

ISALLOBARES 10-12-V-34

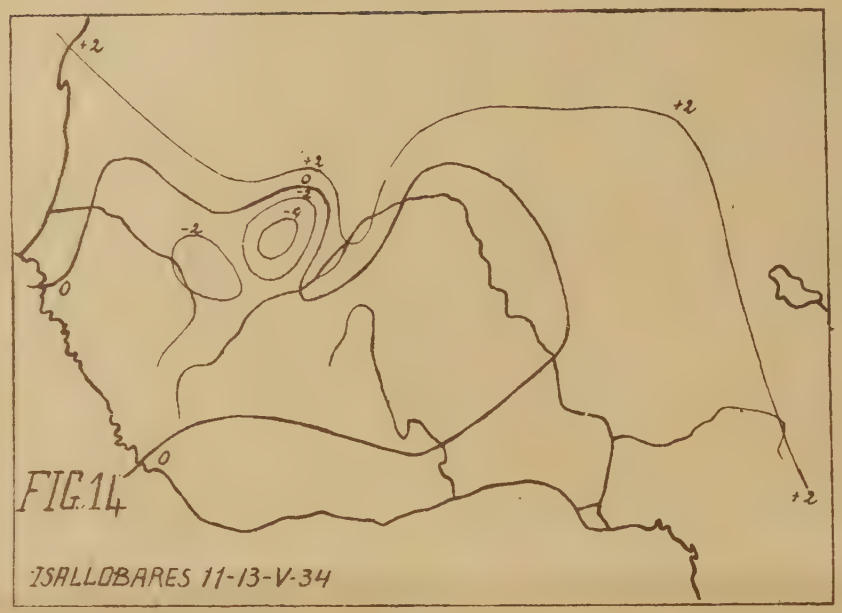


FIG.14

ISALLOBARES 11-13-V-34

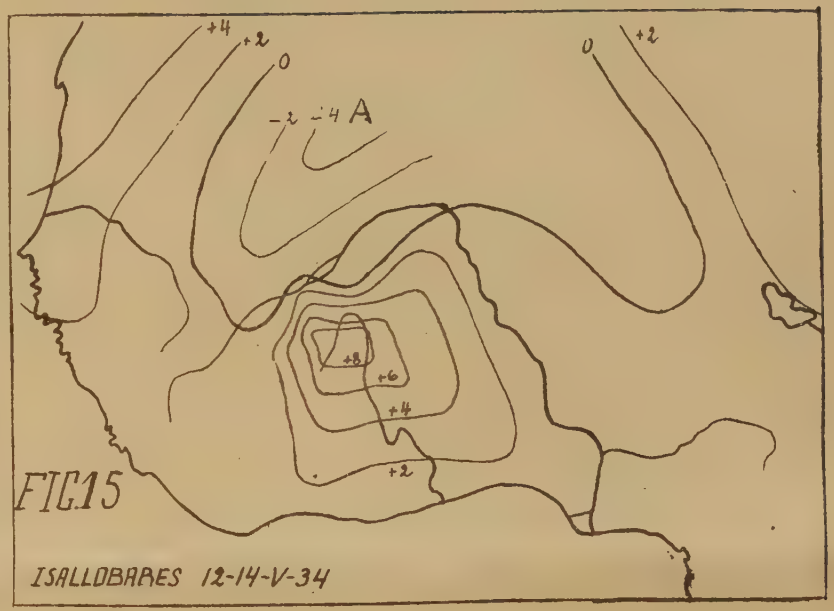


FIG.15

ISALLOBARES 12-14-V-34

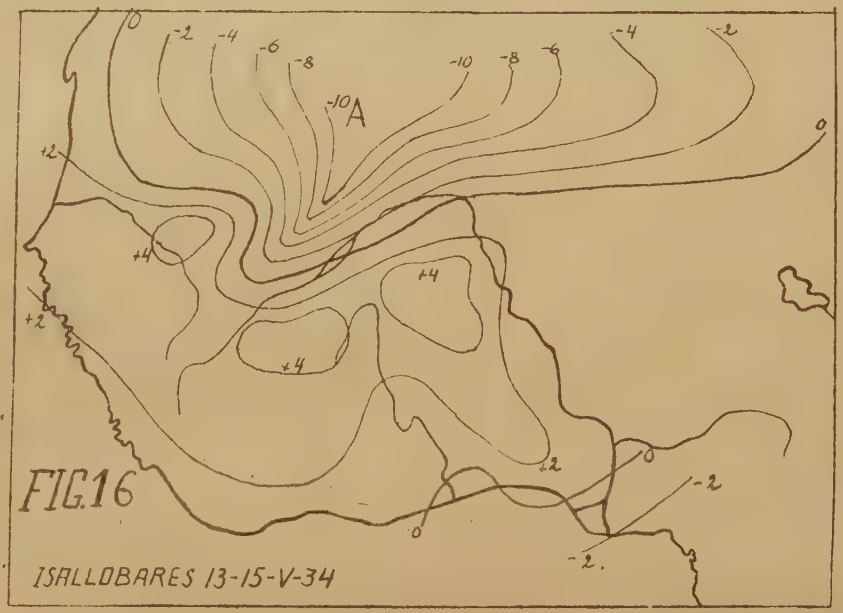


FIG.16

ISALLOBARES 13-15-V-34

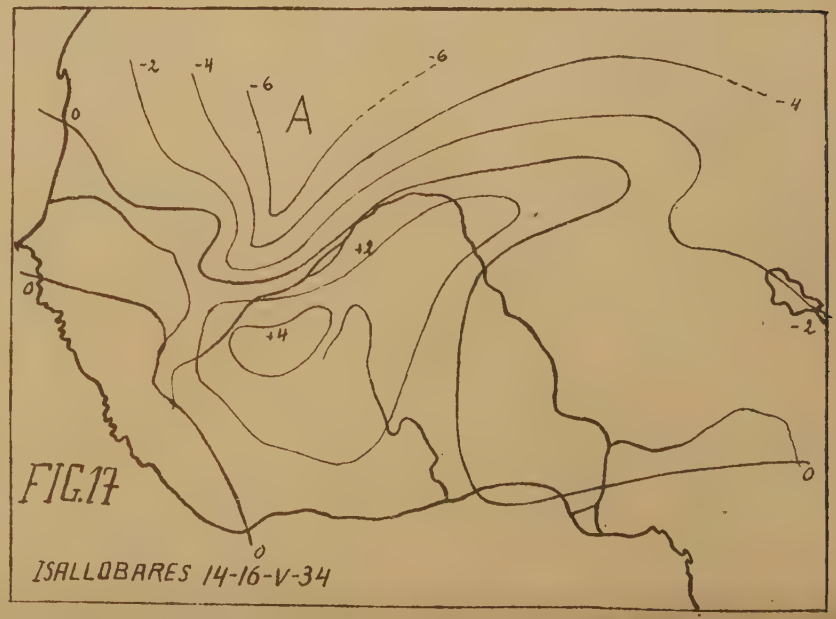


FIG.17

ISALLOBARES 14-16-V-34

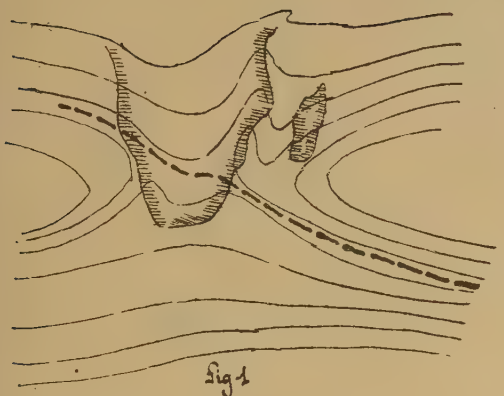


fig 1

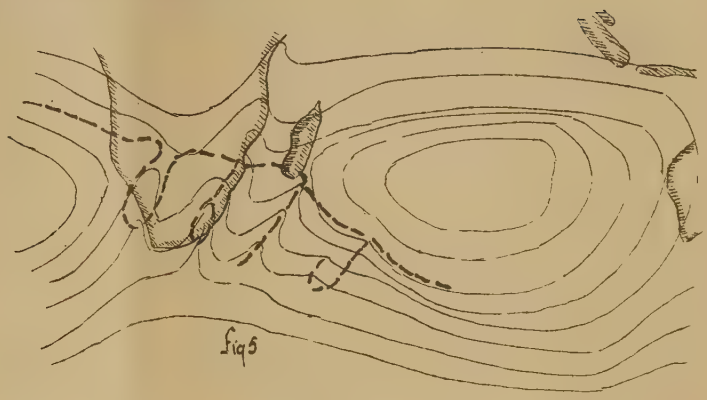


fig 5

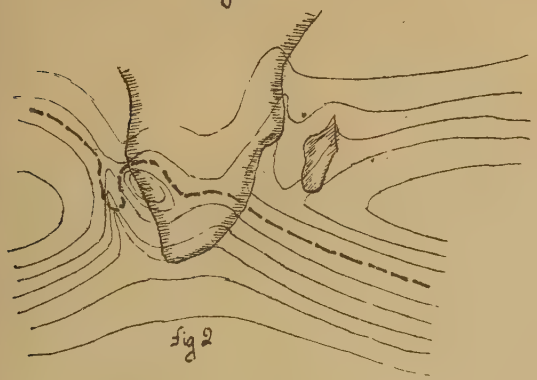


fig 2

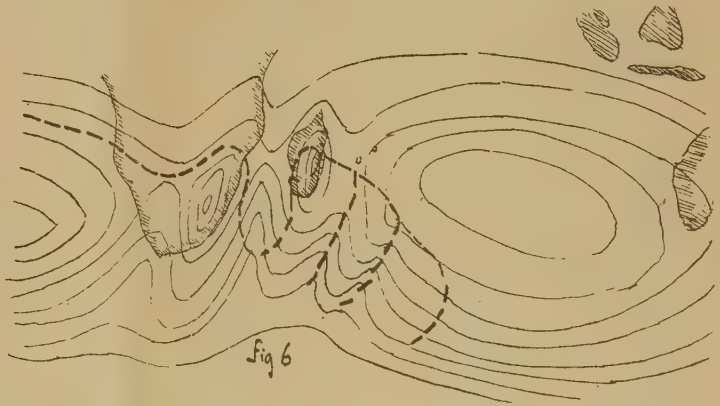


fig 6

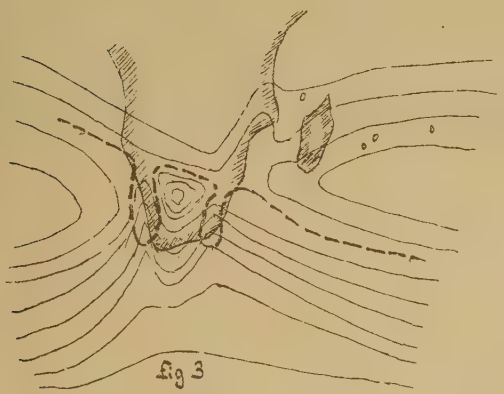


fig 3

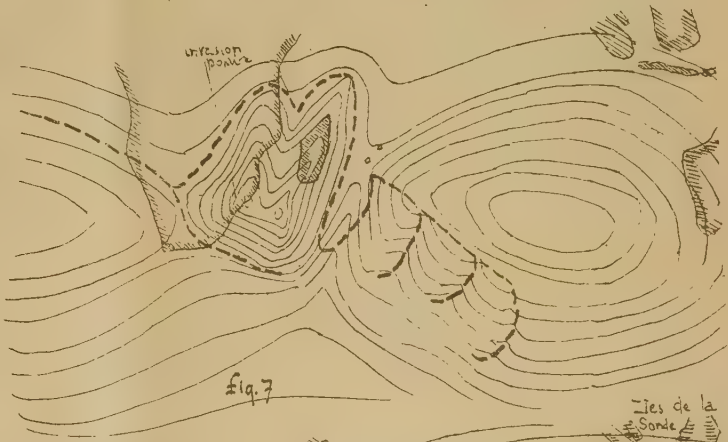


fig 7

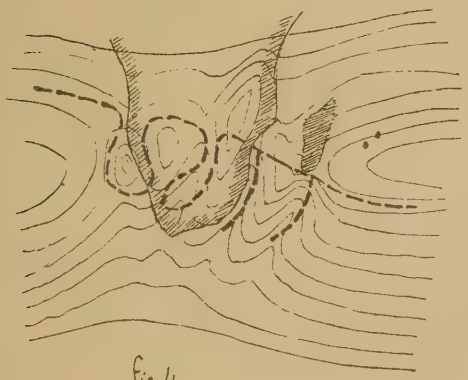


fig 4

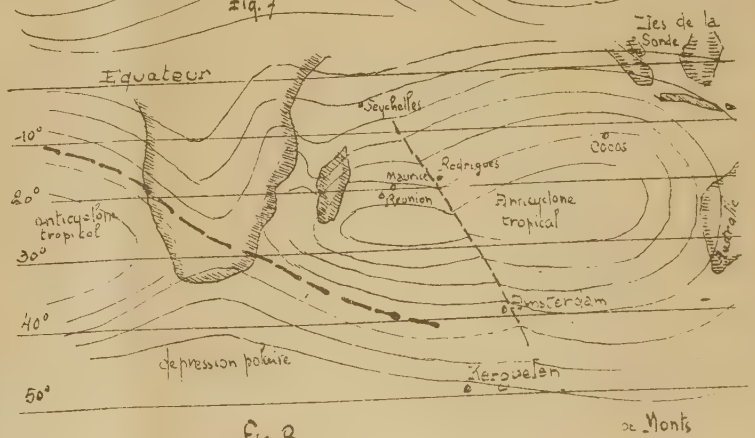


fig 8

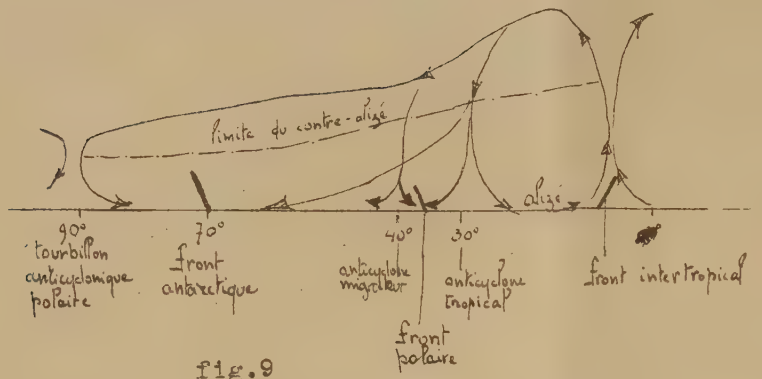


fig.9

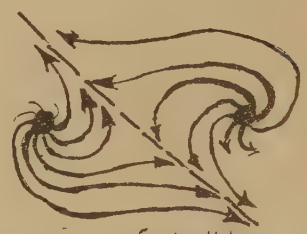
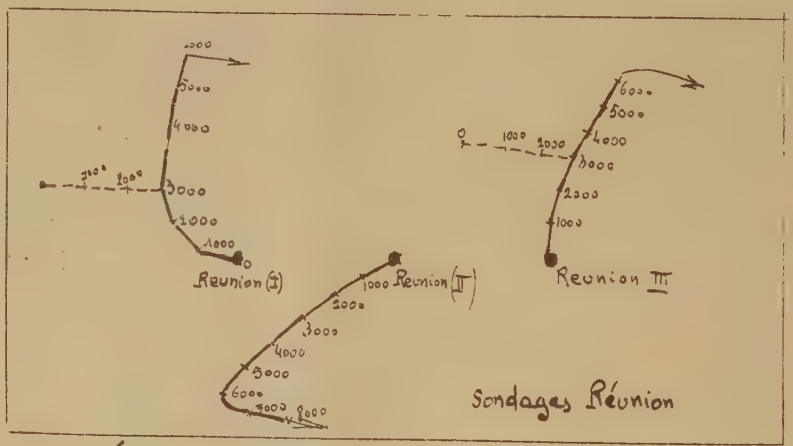
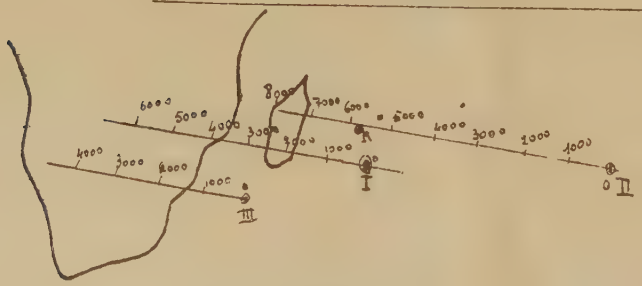


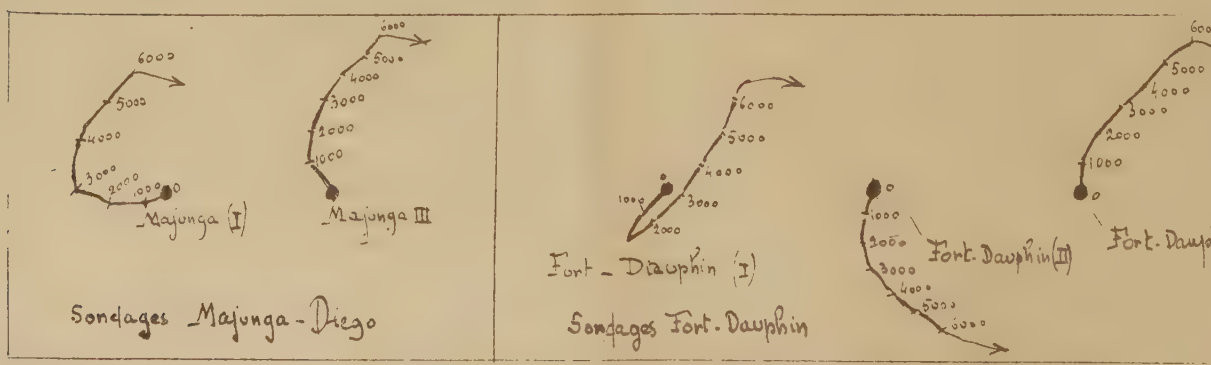
fig.II Front d'alizé

Sondages types

fig.I0







Cumulus produits par un feu de brousse à Madagascar

Le 20 ou le 21 octobre 1935, nous avions remarqué qu'au-dessus de feux de brousse, situés au N.-E. de Tananarive, semblaient apparaître de petits cumulus ; toutefois, l'éloignement du phénomène et une mauvaise visibilité dans cette direction due à la présence de fumées plus proches nous ont empêché de conclure avec certitude à une relation entre les feux et les nuages.

***

Le 24 octobre, un grand feu était allumé, au Nord de Tananarive, au pied de la colline allant du piton d'Ambohimanga à Mahatsinjo. La distance entre le bureau du Service Météorologique et le feu était de 17 km. ; ce chiffre a été fourni par le Service Géographique, consulté à ce sujet.

Vue prise à 10 h.

Clichés J. Mondain

Vue prise à 10 h. 12

La fumée, s'élevant d'abord sous un angle d'environ 35°, sous l'influence du vent à peu près d'Est, s'étalait ensuite sur une grande épaisseur dont la limite supérieure était sensiblement parallèle à l'horizon.

Au point où la fumée commençait à s'étaler, des cumulus, flous et instables, ont fait apparition vers 9 h.

Vers 10 h., le phénomène est devenu tout à fait net, et nous avons pu en prendre des photographies. Ci-contre deux agrandissements d'instantanés pris à 10 heures et 10 h. 12. Ci-après les notes prises pendant l'observation du phénomène qui s'est prolongé jusqu'à près 11 heures :

« L'évolution se fait par bouffées successives : « juste au-dessus de la surface d'étalement de la « fumée, le cumulus apparaît ; d'abord, un petit « flocon blanc, net, contrastant avec le gris un peu « brun de la fumée, qui s'agrandit puis bourgeonne « à la partie supérieure, puis s'aplatit ou se dissoud.

« L'évolution (de chaque bouffée) dure environ « 5 minutes. La bouffée suivante commence à peu « près au moment où la précédente disparaît ; tou- « tefois, certaines bouffées se font sentir alors que « la précédente n'a pas encore disparu et lui redonne « alors du corps et du bourgeonnement mais qui ne « durent pas.

« Pendant toute l'évolution, l'ensemble (du cumu- « lus) est un peu entraîné vers la gauche — donc par « le vent d'Est qui entraîne la fumée. Chaque bouffée « apparaît un peu à droite de l'endroit où a disparu « l'autre bouffée ».

***

Nous avons mesuré, sur les photographies, la hauteur du sommet des cumulus et celle de l'étalement de la fumée au-dessus de l'horizontale du feu ; ces hauteurs ont été rapportées en distances horizontales, d'après des points du paysage bien visibles sur les épreuves ; elles ont été ensuite mesurées à loisir

Nous avons trouvé, pour le sommet des cumulus, une hauteur angulaire moyenne de 7 g 47, et pour l'étalement de la fumée : 5 g 66.

Cliché J. Mondain.

Couches horizontales de fumées

Le sommet des cumulus était donc à environ 2000 mètres et la fumée s'étalait vers 1500 mètres.

***

Quelques points particuliers ont attiré notre attention.

Tout d'abord, le fait que la fumée a paru, à la vue comme elle le paraît sur les photographies, s'étaler en épaisseur, presque depuis le sol jusqu'à 1500 mètres. Ce qui n'est pas le cas, en général, des fumées de feux de brousse qui s'étalent en couches minces à une certaine altitude. Voir la troisième photographie ci-contre prise le 16 octobre à 16 h. 20 en direction de l'E. S. E.

D'autre part, le fait que la formation des cumulus a toujours commencé par un tout petit flocon, comme par une sorte de noyau de condensation.

Enfin, les cumulus produits n'ont jamais été stables et s'évanouissaient complètement 5 à 6 minutes après le début de leur formation ; alors que de petits cumulus et fractocumulus, entraînés par le même courant et paraissant, à la vue et d'après leur mouvement, se trouver à la même altitude, étaient au contraire durables.

***

Dans la documentation météorologique que nous avons pu consulter, nous avons trouvé mention d'altocumulus produits par un avion ; mais dans des conditions évidemment très différentes de celles de la formation des cumulus (*The Meteorological Magazine*, Année 1932, p. 139).

J. Mondain,

Ingénieur-météorologiste des Colonies.

La température de la mer à Lomé (Togo)

Les moyennes mensuelles des températures de la mer pour Lomé, relevées dans les Deutsche Mitteilungen de 1906 à 1912, se rapportent aux observations faitesà l'extrémité du wharf entre 6 et 8 heures du matin.

Celles de 1934 se rapportent à trois observations par jour au bout du wharf, à 7 h. 45, 11 h. 45 et 16 h. 30. Ces dernières sont un peu plus élevées que celles de 1906-1912, du fait des heures différentes ; l'amplitude moyenne de l'échauffement observé est de 0°,5 environ.

Ces valeurs sont données dans le tableau ci-contre.

Les chiffres de 1934, traduits par des courbes, montrent des variations très voisines de celles de la température de l'air ; seuls les maxima sont en retard d'un mois sur les maxima correspondants de la température de l'air. Les minima ont lieu à la même époque. Il semble qu'un courant superficiel, longeant la côte de l'Ouest à l'Est, soit formé d'eau venant de loin dans l'hémisphère Sud.

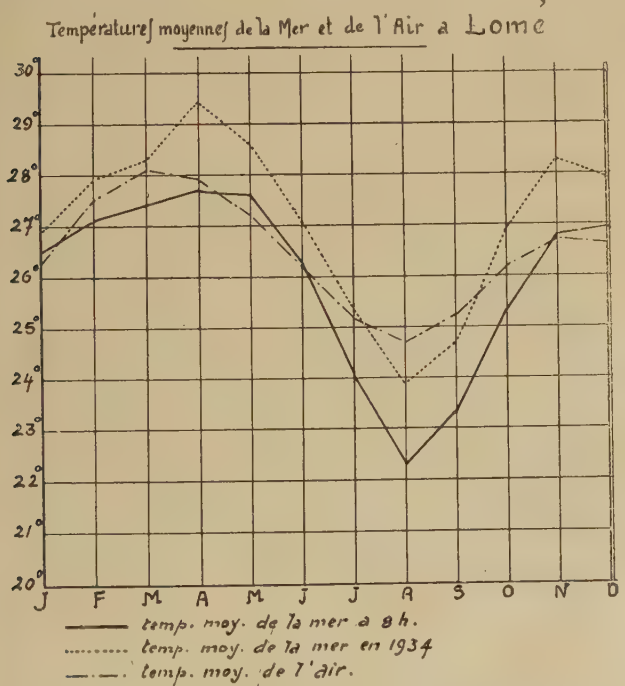
	Janv	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil	Août	Sep.	Oct.	Nov.	Déc.	Moy.
1906	26,4	26,3	28,2	27,6	27,3	25,0	22,7	21,8	23,7	24,6	26,7	26,9	25,6
1907	27,6	27,1	27,4	27,3	28,3	27,5	25,3	20,4	22,2	25,6	27,4	27,7	26,2
1908	26,5	27,4	28,2	28,4	27,4	25,3	24,1	22,5	24,8	25,8	26,5	26,9	26,2
1909	26,8	26,8	27,6	27,9	28,4	26,0	23,5	23,0	23,5	25,8	27,8	27,2	26,2
1910	26,8	27,4	27,1	27,5	28,4	27,4	26,2	23,4	22,8	25,5	26,8	26,8	26,3
1911	24,3	27,3	26,3	27,7	26,1	26,2	23,2	21,9	23,2	23,9	25,2	25,8	25,1
1912	26,9	27,4	26,7	27,7	27,1	26,6	23,9	22,9	22,9	25,8	27,4	27,1	26,0
Moy.	26,5	27,1	27,4	27,7	27,6	26,3	24,1	22,3	23,3	25,3	26,8	26,9	25,9
1934	26,9	27,9	28,3	29,4	28,6	27,1	25,4	23,9	24,7	26,9	28,3	27,9	27,1
1935	27,0	27,6	29,1	29,3									

Par vent fort du Nord, l'on constate un abaissement très net de la température.

Exemple : du 22 et 23 janvier 1935. La température de la mer et la direction et la force du vent sont indiqués dans le tableau suivant. (Température moyenne de la mer pendant ce mois : 27°,0).

	8 heures	12 heures	17 heures	
21 Janvier	Vent → Hum. rel. 97% Mer 25°3 therm. Air 24°2 Mouil. 23°5	Vent ↑ Hum. rel. 78% Mer 25°6 therm. Air 29°1 Mouil. 26°0	Vent ↗ Hum. rel. 86% Mer 26°1 therm. Air 27°4 Mouil. 25°6	Accroissement normal de la température de la mer.
22 Janvier Début de l'harmattan à 4h. du matin.	Vent ↓ Hum. rel. 23% Mer 23°7 therm. Air 25°2 Mouil. 14°0	Vent ↓ Hum. rel. 16% Mer 23°1 therm. Air 32°0 Mouil. 16°8	Vent ↓ Hum. rel. 21% Mer 22°9 therm. Air 32°7 Mouil. 18°6	Abaissement remarquable de la temp. de la mer malgré la temp. très élevée de l'air.
23 Janvier	Vent ↓ Hum. rel. 52% Mer 22°2 therm. Air 24°2 Mouil. 18°0	Vent ↖ Hum. rel. 47% Mer 22°9 therm. Air 29°8 Mouil. 21°8	Vent ↑ Hum. rel. 68% Mer 26°0 therm. Air 29°7 Mouil. 23°4	Discontinuité brusque de la température de la mer.
24 Janvier	Vent → Hum. rel. 84% Mer 26°2 therm. Air 23°8 Mouil. 21°9	Vent ↑ Hum. rel. 71% Mer 26°5 therm. Air 29°0 Mouil. 25°0	Vent ↑ Hum. rel. 77% Mer 27°0 therm. Air 27°8 Mouil. 24°8	Journée normale.

Cet exemple est très remarquable : malgré le maximum très élevé de la température de l'air, la température de l'eau s'abaisse (voir graphique ci-dessous).



Ceci semble indiquer la formation dans les eaux de la mer d'un mouvement circulatoire à axe horizontal. Les eaux chaudes, de la mer, repoussées de la côte par le vent du Nord, seraient remplacées à la surface par des eaux profondes plus froides. En effet, les cartes de N. Schaw pour la température moyenne de la surface de la mer, n'indiquent pas, dans les régions équatoriales de l'Océan Atlantique, de zone où la température de la surface soit inférieure à 26°. Il faut donc que l'eau profonde vienne à la surface pendant toute la durée du vent du Nord ; quelques heures après que le vent du Nord est tombé, les eaux froides retombent au fond et sont remplacées par les eaux chaudes amenées par le vent du Sud.

Le phénomène pourrait s'expliquer également par le refroidissement produit par l'évaporation ; la mer étant léchée par un vent très sec et chaud.

Cette dernière explication paraît cependant moins bonne. En effet, la mer exposée aux rayons très vifs du soleil (la nébulosité est nulle) absorbe complètement dans ses couches superficielles toute l'énergie rayonnée par le soleil et cette dernière doit être suffisante pour compenser le froid produit par l'évaporation.

Relation entre la température de la mer et la pluie à Lomé. — On sait qu'il existe une petite saison sèche avec minimum de pluie en août dans toute la région côtière de Lomé à Sokodé. Cette petite saison sèche diminue en durée et en intensité à mesure que l'on s'élève en latitude, de Lomé vers le Nord. Dans le nord du Togo, le maximum moyen mensuel de la pluie se produit même en août-septembre.

L'explication habituelle est que ces précipitations dépendent de la déclinaison du soleil et qu'elles sont maxima quelque temps après le passage de l'astre au zénith de la station considérée.

Or, d'après la connaissance des Temps de 1935, le passage du soleil au zénith de Lomé (Latitude

6°07' N) a lieu le 6 avril et le 8 septembre et, à Mango (Latitude 10°21' N), il a lieu le 18 avril et le 27 août. Les deux passages dans le même sens ne sont donc séparés que par un intervalle de 12 à 13 jours ; il semble alors étrange que cette faible différence suffise à supprimer une petite saison sèche pour passer à un maximum de précipitation. De plus, à Douala et dans le delta nigérien qui se trouvent pourtant plus bas en latitude, cette petite saison sèche n'existe pas et c'est, au contraire, en cette saison que se produisent les pluies moyennes mensuelles les plus fortes.

Si l'on considère une carte générale des pluies comme celle donnée page 45, établie d'après les travaux de M. H. Hubert, dans le n° 2 des *Annales de Physique du Globe de la France d'Outre-Mer* et le *Manuel of meteorology* de M. N. Schaw, on remarque la ressemblance entre les variations des pluies de la région de la côte togolaise et celles de la côte de l'A. E. F. et du Congo Belge. Remarquons que Sainte-Hélène a un régime tout différent. Or, cette pauvreté en pluies, ressentie jusqu'à Kribi, est due au courant froid du Benguela qui empêche la formation de courants aériens ascendants. De même, il semblerait que la petite saison sèche sur la côte togolaise est due au refroidissement de la mer en cette saison, la courbe de variation indiquant, en effet, un refroidissement de la mer beaucoup plus intense que celui correspondant de l'air. De plus, un maximum de la température de la mer en juillet, août à Conakry, où cette petite saison sèche n'existe pas, semble probable d'après de les cartes des températures moyennes de la surface la mer publiées dans le Tome II précité de N. Shaw.

Pour vérifier cette hypothèse, nous avons calculé le coefficient de corrélation entre la température de la mer et la pluie à Lomé. Nous utilisons les valeurs extraites des Deutsche Mitteilungen pour les mois de mai à octobre de 1906 à 1912 inclus, soit 7 années. Les écarts à la moyenne se trouvent dans le tableau ci-contre :

Un calcul classique donne, pour le coefficient de corrélation, la valeur –0,6 et, pour le coefficient de relation de Montessus de Ballore, la valeur 0,43, ce qui indique bien qu'à une mer chaude correspondant des pluies fortes.

Remarquons que le coefficient de corrélation –0,6 indique une corrélation faible. Et même, puisque la valeur des chutes de pluies ne peuvent être négatives, les écarts négatifs des chutes de pluies ne peuvent dépasser en valeur absolue la moyenne des pluies considérées. Ce seul fait rend le calcul précédent douteux car les écarts ne peuvent être reliés par une relation linéaire et le coefficient de corrélation ne peut être que positif. Pour éviter en partie cette objection, nous avons calculé le coefficient de corrélation en considérant les écarts par rapport aux valeurs moyennes mensuelles pendant la période considérée. Le cofficient de corrélation n'étant plus que –0,46, ce qui indique une relation très faible si même elle existe.

			Mai	Juin	Juil	Août	Sep.	Oct.
1906	(1)		+2,5	+0,2	-2,1	-3,0	-1,1	-0,1
	(2)		+204	-49	- 78	- 71	- 83	- 56
1907	(1)		+3,5	+2,7	+0,5	-4,4	-2,6	+0,8
	(2)		+ 50	+282	- 14	- 88	- 48	- 59
1908	(1)		+2,6	+0,5	-0,7	-2,3	0	-1,0
	(2)		+ 25	+ 97	- 78	- 87	+ 7	+ 6
1909	(1)		+3,6	+1,2	-1,3	-1,8	-1,3	+1,0
	(2)		- 37	+ 92	- 61	- 68	- 70	- 41
1910	(1)		+3,6	+2,6	+1,4	-1,4	-2,0	+0,7
	(2)		+ 37	+313	- 98	- 27	- 35	- 27
1911	(1)		+1,3	+1,4	-1,6	-2,9	-1,6	-0,9
	(2)		+ 85	+215	- 84	- 88	- 86	- 57
1912	(1)		+2,3	+1,8	-0,9	-1,9	-1,9	+1,0
	(2)		+ 1	+129	- 25	- 86	- 61	- 47

(1) Ecart par rapport à la moyenne de la température de la mer.

(2) Ecart par rapport à la moyenne des chutes de pluies.

Pour avoir un résultat de signification sûre, il faudrait utiliser les valeurs journalières de la température et de la pluie et non pas les valeurs moyennes mensuelles ; je me propose de faire ultérieurement ce calcul.

Toutefois, comme l'a déjà fait remarquer M. H. Hubert, la direction du vent par rapport à la côte influe beaucoup sur la répartition des pluies dans l'année et dans l'espace. Il paraît certain, en effet, que les pluies sont maxima sur les côtes de direction normales à la direction moyenne du vent.

A notre avis, ces deux causes, mer froide et direction de la côte par rapport aux vents expliquent totalement l'existence de la petite sèche sur la côte togolaise.

P. Cauvet-Duhamel.

Ingénieur-Météorologiste adjoint des Colonies.

Les variations de la pression en A. O. F. en mai 1934

Les observations utilisées pour la construction des cartes qui accompagnent cette note ont été puisées dans le Bulletin quotidien du Service météorologique de l'A. O. F. (1). Le nombre de stations dont les observations sont publiées dans ce Bulletin, est variable en raison des conditions de transmission. Souvent, ce nombre est insuffisant pour trouver un tracé certain des lignes d'égale pression ou d'égale variation, surtout au-dessus des régions désertiques du Nord et sur les enclaves étrangères. Il en résulte que les cartes assez détaillées dans l'Ouest le sont moins ailleurs où, quelquefois, elles ne reproduisent que des hypothèses.

Il a donc paru prudent d'éviter l'interprétation des isobares et de n'étudier que les variations de la pression. Les renseignements altimétriques sont, en effet, encore insuffisants et les lois de la décroissance de la pression ne sont pas encore vérifiées dans ces régions. Les cartes d'isallobares échappent à l'incertitude due aux réductions.

90 cartes d'isallobares (du 1er avril au 30 juin 1934) ont servi de base à cette étude. Une période de 8 jours particulièrement caractéristique a été choisie pour un examen détaillé. Cette période s'étend du 10 au 17 mai (2).

Cartes d'isallobares de 24 heures (Fig. 1 à 8). — Pour préciser les variations de la pression, on peut faire appel aux isallobares de 24 heures. Cette méthode présente l'avantage d'éliminer l'influence des variations dont la période est inférieure ou égale à 24 heures (marée barométrique). Ces cartes mettent en évidence des noyaux de variation dont on peut suivre, non sans peine dans certains cas, les déplacements. La fig. 9 montre le schéma de ces noyaux et les fig. 10 et 11 donnent le sens de leurs déplacements qui est généralement Sud-Est Nord-Ouest. On pourrait aussi conclure que les déplacements se font dans le sens opposé, mais l'examen de toutes les trajectoires engage à retenir la première hypothèse. La vitesse moyenne du déplacement est voisine de 39 kilomètres à l'heure.

Mais ni l'importance absolue des noyaux dégagés, ni leurs trajectoires n'épuisent pas les variations qui se manifestent sur les cartes d'isobares qu'on peut tracer. Il faut croire qu'en dehors des noyaux de 24 heures, d'autres causes doivent intervenir pour former la variation totale.

Cartes d'isallobares de 48 heures (Fig. 12 à 17). — L'analyse harmonique de la pression de 8 h. à Niamey (1) a permis d'affirmer que les variations du baromètre dans cette station sont dues à l'action de plusieurs composantes sinusoïdales dont les amplitudes sont d'un ordre de grandeur comparable. Pour s'en tenir aux plus courtes périodes, l'analyse a distinguée les composantes de 2, 3, 4, 6 et 9 jours de période. Il faut remarquer que la méthode des isallobares de 24 heurs n'est qu'un procédé peu précis destiné à favoriser la sinuosïde de 48 heures. Les noyaux dégagés ne seraient, par conséquent, autre chose que des ondes de 2 jours. Les dessins de la fig. 9 permettent d'envisager cette hypothèse que seule une analyse harmonique d'un ensemble de stations peut confirmer.

Le procédé des isallobares permet aussi d'éliminer l'onde de 2 jours, même si elle n'est pas proprement sinusoïdale. Il suffit, pour cela, de tracer des isallobares de 48 heures. Sur le tracé ainsi obtenu, les amplitudes auront les valeurs de 0,0, 1,7, 2,0, 1,7 et 1,3 pour les composantes de périodes 2, 3, 4, 6 et 9 jours respectivement, dont les amplitudes réelles sont prises égales à l'unité.

Il ne faut donc pas s'étonner si les isallobares de 48 heures se présentent sous une forme très compliquée. De nombreuses ondes sont amplifiées par des coefficients d'un même ordre de grandeur, les interférences sont à peine atténuées. Aussi un seul parmi les phénomènes reproduit par ces cartes se présente assez nettement pour donner lieu à un examen.

A partir du 13, le Soudan est couvert par une baisse dont le centre est au point A sur les cartes. Au cours des trois jours qui suivent, cette baisse

(1) Voir pages 46 à 50.

(2) Pour interpréter des cartes synoptiques d'isobares il aurait fallu tenir compte d'autres difficultés parmi lesquelles ont peut citer la déformation due à la différence des heures locales sur un territoire étendu en longitude, la déformation due aux brises, l'influence du relief, etc. Les directions des vents ne peuvent être conciliées avec le gradient apparent qu'en tenant compte de ces facteurs.

(1) *Annales de Physique du Globe de la France d'Outre-mer*, 1935, nº 7, p. 27.

s'est déplacée vers le S.-S.-W. avec une vitesse très modérée qui ne parait pas supérieure à 10 kilomètres à l'heure (il n'est pas possible de l'évaluer avec précision). De plus, le point occupé par le centre, le 13, était, la veille encore, en hausse et il l'est de nouveau le 16. Donc, il est probable qu'il s'agit ici de l'action dominante d'une onde de 6 jours de période.

Interférences. — La comparaison des figures qui se correspondent dans le temps confirme que le tracé des isallobares est altérée par les interférences. Le noyau provoqué par l'onde de 6 jours (le 13 mai) a été déformé par une onde plus courte dont la position apparaît sur la fig. 4 et qui est schématisée en *c* de la fig. 9. Cette altération s'est traduite par un brusque creusement autour de A sur la figure 16.

Sur les fig. 4 et 5, il semble, au premier abord, artificiel d'identifier les centres de hautes pressions schématisés en E de la fig. 9. Mais sur la fig. 15 apparait un noyau positif dont il est difficile de retrouver les traces sur la fig. 16 ; il faut croire que le noyau de la fig. 15 représente une position intermédiaire du noyau E des fig. 4 et 5.

Du fait que ces interférences peuvent être décelées par la méthode employée, il faut conclure que les variations élémentaires schématisées sur la fig. 9 n'ont pas exactement 48 heures de période. Il est même probable que certains des noyaux représentés ont une fréquence beaucoup moins élevée.

Conclusions. — Loin d'épuiser la question de la variation de la pression en A. O. F. à l'époque considérée, la présente note en fait ressortir la complexité.

Il apparaît néanmoins qu'une partie de la variation totale est due aux déplacements des noyaux que des caractères de périodicité, d'une part, et le mode de mise en évidence d'autre part, identifient avec des ondes sinusoïdale de 48 heures environ de période. L'individualité morphologique de cette espèce de noyaux permet de tracer leurs trajectoires et de calculer leur vitesse de propagation.

Les anomalies relevées dans leurs structures et dans leur marche font croire à l'existence d'interférences provoquées par des ondes de fréquences différentes. Le tracé des isallobares de 48 heures en annulant l'onde de 48 heures de période, fait, en effet, ressortir d'autres noyaux dont les caractères ne peuvent pas encore être précisés.

La comparaison des deux sortes d'isallobares (de 24 et de 48 h.), tout en confirmant l'hypothèse des interférences, permet de juger que la méthode des isallobares ne donne pas une précision suffisante pour ce genre d'étude. Il semble, par contre, que l'analyse harmonique d'après la méthode de M. Labrouste, appliquée aux graphiques de pression dans un ensemble de stations peut permettre de séparer les différentes espèces de noyaux.

S. Frolow.

La météorologie des Mascareignes commandée par les pertubations du front polaire

L'étude du temps dans les parages des Mascareignes serait stérile et limitée aux seuls cyclones tropicaux si on ne le rattachait pas à la frontogénèse des latitudes moyennes.

Bien qu'il ait paru, à première vue, un peu osé de rechercher une action du front polaire à des latitudes aussi basses que celle des Mascareignes (20° Sud), nous pensons que cette action y est essentielle.

Il est légitime de le penser, *a priori* : considérons la disposition des continents et des centres d'action atmosphériques en Amérique du Nord et sur l'Océan Atlantique. Si, par symétrie par rapport à l'Equateur thermique dont la latitude moyenne est 5° Nord, on rapproche ces éléments de ceux de l'Océan Indien et de l'Afrique du Sud, on prévoit que la Réunion se trouvera météorologiquement placée dans les mêmes conditions qu'une île placée entre la Floride et les Bermudes, position de 10° plus élevée en latitude.

Or, les perturbations du front polaire américain, en janvier, longent la côte Est depuis la Floride jusqu'au Groënland et passent à moins de 1.000 kilomètres au Nord-Ouest du point que nous avons défini comme le symétrique de la Réunion.

Pour établir une corrélation entre la météorologie de nos parages et le front polaire nous avons schématisé la frontogénèse de l'Afrique du Sud et de l'Océan Indien occidental : nous avons dû nous contenter du réseau assez pauvre du continent

africain (une trentaine de stations) et extrapoler nos cartes sur la zone maritime.

Connaissant ainsi les perturbations pendant leur passage en Afrique, nous pouvons présumer de leur trajectoire maritime.

De loin en loin, faisant route sans toucher Durban, ce qui est exceptionnel, soit vers l'Australie soit vers les Mascareignes ou l'Extrême-Orient, un navire nous envoie ses observations et nous permet de contrôler l'extrapolation de nos cartes.

Nous avons alors cherché dans notre atmosphère des Mascareignes, les indices des perturbations du front populaire.

C'est ainsi que les diagrammes barométriques, thermométriques, hygrométriques, les houles, les formations nuageuses ont pu se rattacher sans peine aux perturbations que nous savions exister à un millier de kilomètres dans le Sud, sans d'ailleurs, le plus souvent, connaître que très approximativement leur étendue, leur intensité et leur position.

Cette corrélation entre les perturbations du front polaire et la météorologie de nos parages paraît si élevée que l'on ne peut l'imputer ni au hasard ni à une frontogénèse tropicale ; sur ce dernier point que nous développerons plus loin, rappelons que, sauf en janvier et février, on ne peut pas invoquer les perturbations faibles ou inexistantes du front intertropical. Quant aux cyclones tropicaux, après M. H. Hubert, le R. P. Poisson et d'autres, nous avons démontré que ce sont les invasions polaires qui indépendamment du front intertropical qui les déclenchent en amorçant une circulation pseudo-labile dans les calmes équatoriaux.

Il y a bien un front d'alizé, comme nous l'exposons plus loin : il se rattache sans solution de continuité au front polaire dont il ne forme qu'une extrémité très floue à l'ouest de l'Afrique et ses perturbations se propagent dès leur naissance sur le front polaire. Aussi n'est-il pas question, aux Mascareignes, de perturbation se rattachant au front d'alizé.

Nous donnerons ici un aperçu de la disposition des centres d'action et de la circulation atmosphérique qu'ils commandent, puis une esquisse des fronts et de leurs perturbations ; enfin, les indices observés à la Réunion du passage des perturbations dans le voisinage.

Nous en concluerons l'action plus ou moins lointaine du front polaire sur la météorologie des Mascareignes.

Circulation atmosphérique générale

L'hémisphère austral possède une circulation atmosphérique symétrique de celle de l'hémisphère boréal, mais simplifiée des influences continentales.

La circulation atmosphérique australe (fig. 9, p. 52) dépend d'une immense dépression barométrique centrée sur le pôle, s'étendant dans les couches supérieures de la troposphère depuis l'équateur jusqu'au pôle. Cette dépression commande des courants d'Ouest à forte composante N près de l'équateur, d'Ouest-Nord-Ouest aux Mascareignes (20°) et d'Ouest vers le 45° parallèle.

Ces courants forment le contre-alizé qui amène vers le pôle l'air puisé à l'équateur (1).

Le retour vers l'équateur de ce courant supérieur se fait par l'intermédiaire de tourbillons descendants :

Le principal tourbillon descendant se rencontre vers le 30° parallèle où il constitue l'anticyclone tropical générateur d'alizés ;

Un autre tourbillon descendant est centré sur le pôle où il forme l'anticyclone antarctique.

Entre ces deux tourbillons se forment des tourbillons plus petits et instables constituant les anticyclones migrateurs (2). Ceux-ci tendent à se placer dans les intervalles des grands tourbillons tropicaux avec lesquels, finalement, ils se fondent en les absorbant.

C'est par ces tourbillons que l'air retourne par les couches inférieures vers l'équateur où il s'élève pour un nouveau circuit.

Les Mascareignes et l'Afrique du Sud se trouvent entre deux vastes tourbillons tropicaux, celui de

(1) La définition du contre-alizé est rarement explicite : nous proposons qu'on appelle contre-alizé quelque soit la latitude un courant transportant de l'air de l'équateur en direction du pôle par les couches supérieures de la troposphère.

Pour différencier le contre-alizé des courants WNW de surface qui ont même direction que lui rappelons qu'on passe du contre-alizé aux courants inférieurs de direction quelconque par un mouvement descendant lent et stable accompagné d'une compression presque adiabatique.

Il ne peut donc être question d'une surface de discontinuité entre le contre-alizé ainsi défini et les courants inférieurs et à plus forte raison de front entre alizé et contre-alizé .

Il est donc impropre d'appeler contre-alizé tout courant du Nord-Ouest au sol actionné par une dépression du front polaire ou par le versant Sud de l'anticyclone tropical ou par tout autre centre d'action.

(2) L'air, dans les anticyclones migrateurs, est plus froid que celui des anticyclones tropicaux pour deux raisons : la première est que les tourbillons qui les forment prennent naissance sur la même surface isotherme à des altitudes d'autant plus basses qu'ils sont plus près du pôle. L'air par compression se réchauffe sensiblement de la même quantité pour une même dénivellation ; mais la dénivellation est plus grande vers l'équateur qu'au pôle et l'air arrive à la surface du globe d'autant plus froid qu'il est plus près du pôle.

La deuxième raison est que l'air comprimé dans le mouvement descendant perd ou manque à gagner par rayonnement d'autant plus de chaleur qu'il est plus près du pôle.

l'Océan Indien occidental et celui de l'Atlantique austral, donc au col isobarique qui sépare les deux anticyclones correspondants.

Le continent de Madagascar constitue, au col même ou dans le thalweg équatorial de ce col, un promontoire anticyclonique qui, certainement, doit disparaître des cartes isobariques à une altitude supérieure à 2.000 mètres. Cet anticyclone permanent ne semble pas exercer une action quelconque sur les ondes du front polaire qui le touchent fréquemment vers Fort-Dauphin, mais les études du temps aux Mascareignes sont simplifiées en ne retenant des observations malgaches que les seules variations barométriques et thermométriques en fonction du temps, ainsi que les sondages au-dessus de 1.000 à 1.500 m. (déduction faite des brises locales).

Des considérations précédentes sur les centres d'action de l'atmosphère nous déduisons théoriquement la même circulation aérienne que celle observée dans nos sondages par ballons à la verticale des Mascareignes.

Les sondages sont de trois types (fig. 10, page 52) :

Type I, qui correspond au cas où, en saison chaude, le centre de l'anticyclone tropical est loin dans l'Est-Sud-Est des Mascareignes ;

Type II, dans le cas où le centre de l'anticyclone tropical est tout près au Sud-Est de la Réunion en saison fraîche ;

Type III, lorsque les Mascareignes sont influencées par un anticyclone migrateur.

D'après les études de Bjerkness, on sait que les axes des tourbillons anticycloniques sont extrêmement inclinés vers l'Ouest sur la verticale avec une orientation vers l'équateur en altitude ; figurons une projection verticale de géométrie cotée : la station de la Réunion est en A et les axes des tourbillons I, II, III sont figurés avec leurs points de cote 1000, 2000... jusqu'à 6000 mètres.

Nous traçons le sondage théorique en supposant les vents constants en vitesse à toutes altitudes : ceux-ci sont représentés par des segments de longueur égale orientée comme doit l'être le vecteur vent quand le centre de l'anticyclone se trouve aux cotes respectives 1, 2, 3... 6000 m.

Au delà de 6000 m., une direction W.-N.-W. représente le contre-alizé.

Les sondages théoriques ainsi obtenus se rapprochent tout à fait des sondages réalisés, sauf en saison chaude (janvier, février) où le contre-alizé au lieu d'être compris entre 6.000 m. et 13.000 à 14.000 m. s'étend entre 7.000 à 8.000 m. et 17.000 à 18.000 m.

De ces schéma, on déduit aussi les types de sondages effectués à Madagascar. En particulier la position de l'anticyclone I donne, pour Fort-Dauphin, des vents de Nord-Est sur une faible épaisseur surmontée jusqu'au contre-alizé de courants du Sud-Ouest et ceci est bien vérifié dans la pratique.

Malgré la saute rapide de direction, on passe du Nord-Est au Sud-Ouest d'une façon continue car ces vents appartiennent au même tourbillon anticyclonique et ceci tendrait à démentir l'hypothèse d'une superposition permanente au-dessus d'une station de courants chauds et froids séparés par d'autres surfaces de discontinuité que celles séparant des tourbillons anticycloniques différents.

Deux cas intéressants de sondages (cas II et III avec pointillé) sont les cas où une dépression assez creuse se trouve dans le Sud de la Réunion : les vents jusqu'à 3.000 m. environ sont commandés par le centre cyclonique et sont d'W.-N.-W. A une altitude supérieure les vents sont commandés soit par le tourbillon tropical soit par un tourbillon migrateur, mais les sondages sont au-dessus de 3000 m. les mêmes que dans les cas II et III.

Considérons le schéma de la circulation verticale en coupe méridienne entre le pôle et l'équateur (fig. 9) : on se rend compte qu'il existe entre les tourbillons anticycloniques ou centre d'action des « fronts ».

Les fronts et les perturbatiobs de l'hémisphère austral

Il y a le front antarctique vers le 70° parallèle.

Entre les tourbillons tropicaux de chaque hémisphère, on constate plus théoriquement que réellement un front intertropical qui est à peine un front puisque normalement les alizés des deux hémisphères sont aux basses latitudes, calmes et également chauds, ne donnant pas lieu, par leur rencontre, à une discontinuité physique.

Toutefois, si l'un des deux alizés est actionné par un anticyclone migrateur (invasion polaire), il se trouve que cet alizé est plus froid que l'autre, créant devant lui un front.

Il est intéressant, à se sujet, de faire remarquer que si de nombreux météorologistes attribuent le déclenchement d'un cyclone tropidal dans un hémisphère à l'invasion des calmes équatoriaux par un anticyclone migrateur du même hémisphère, on ne

semple pas avoir envisagé jusqu'ici que le même cyclone tropical puisse être formé par un anticyclone migrateur venu de l'autre hémisphère et franchissant l'Equateur. C'est probablement ainsi que se déclenchent les circulations pseudolabiles des cyclones tropicaux des latitudes très basses, 5° à 8° (cyclones des Cocos). Si ce phénomène n'a pas encore été observé, la raison en est de l'indifférence du météorologiste pour les données de l'autre hémisphère. Entre les deux tourbillons tropicaux, du même hémisphère (fig. 1, page 52), on constate l'existence d'un front. Les courants qui ont une composante Sud ont une température plus basse que ceux qui viennent de la direction de l'Equateur, car ceux-ci ont fait un parcours plus ou moins long sous des latitudes basses.

Bjerkness a conventionnellement dénommé polaire l'air qui vient de la direction du pôle et tropical celui qui semble venir de la zone tropicale, bien qu'ils soient tous deux tropicaux, puisque issus de tourbillons tropicaux. Nous proposons d'appeler ce front : « front d'alizé ».

Sur le front d'alizé, des ondes instables étudiées par Bjerkness se forment et se déplacent vers l'Est (fig. 1 à 8, page 51) ; ces ondes sont liées à l'arrivée sur le front d'alizé de tourbillons anticycloniques migrateurs. Entre l'air de ces petits tourbillons dénommés polaires et l'air tropical du grand tourbillon, se trouve une surface de discontinuité plus marquée que celle du front d'alizé. On appelle conventionnellement « front polaire » la trace de cette surface de discontinuité sur le globe.

Quand trois ou quatre ondes se sont formées sur le front d'alizé, celui-ci devient front polaire sur toute sa longueur, sauf à son extrémité Ouest où le front d'alizé reste identique à lui-même sur une très petite longueur et encore y est-il très diffus.

Au sujet de la simultanéité d'apparition du tourbillon migrateur et de l'onde du front d'alizé, nous ne prétendons pas discriminer qui est la cause et qui est l'effet ; le problème est celui des relations entre les ondes de la tropopause et des ondes des couches basses de la troposphère.

Les successions le long du front des anticyclones migrateurs et des cyclones « norvégiens » forment des familles comme dans l'hémisphère boréal.

Comme dans cet hémisphère la dernière perturbation est plus près de l'Equateur que la première. C'est après celle-ci qu'un fort anticyclone migrateur s'ouvre une brèche dans le front polaire ; il atteint et dépasse parfois l'Equateur en se fondant au tourbillon tropical ; il absorbe ce dernier à travers une surface de discontinuité de plus en plus diffuse et celle-ci finit par s'effacer vers le milieu du grand anticyclone tropical. Ce phénomène connu sous le nom d'invasion polaire est la perturbation la plus nette aux Mascareignes : très marquée à Fort-Dauphin (25° Sud) et à Quélimane (18° Sud) dans le Mozambique, elle reste nette sur les Hauts Plateaux malgaches, mais elle devient très floue plus au Nord. A Tamatave et à la Réunion, les vents forcent du Sud-Sud-Est et le temps est souvent mauvais. Dans ce cas, la dernière dépression du front polaire est passée sur les Mascareignes et le mauvais temps observé est plutôt celui du front froid du « cyclone norvégien ». Il serait donc plus convenable de réserver l'appellation d'invasion polaire à l'affaissement de l'anticyclone dans les parages équatoriaux qui ne produit pas de fronts net mais un simple renforcement de l'alizé ; les hausses barométriques de 1 mmb. avec orientation très précise des vents, leur renforcement de 1 à 3 Beaufort sans changement de temps, sont les manifestations de l'invasion polaire au sens stricte du mot à Dar-es-Salam (8°), Diégo (12°), Seychelles (4°).

A l'arrière de ce tourbillon migrateur transformé par son abaissement en latitude en tourbillon tropical et donc générateur d'alizé, entre lui et le tourbillon tropical de l'Atlantique austral, sur une ligne sensiblement N.-W.-S.-E. passant un peu au Nord de Capetown, un nouveau front d'alizé se constitue. Aussitôt surviennent des tourbillons migrateurs qui transforment le front d'alizé en front polaire et une nouvelle famille de perturbations évolue. Ce processus se reproduit tous les 15 à 30 jours, la direction générale du front restant orientée N.-W.-S.-E. tout en se déplaçant vers le N.-E.

Il est probable que la Réunion est plutôt touchée par des « régénérations par la racine » de perturbations occluses passant hors de portée dans le Sud que par des perturbations primaires.

Dans tous les cas, plusieurs fois chaque mois en saison fraîche, plus rarement en saison chaude, nous observons à la Réunion tous les symptômes de passage d'une dépression complète avec front chaud et front froid, parfois réduite à une occlusion et à un pseudofront. C'est généralement la quatrième baisse barométrique qui est la perturbation la plus considérable et qui est suivie de l'invasion polaire caractéristique.

Nous avons remarqué que les cyclones tropicaux de l'hivernage 1934-1935 se sont tous formés à l'intérieur d'une quatrième dépression sinon devenue stationnaire, du moins très lente, et dont l'occlusion

sur place par affaissement de l'air froid amorçait une circulation pseudolabile verticale.

Les systèmes nuageux que nous avons observés sont classiques, avec phase front comprenant successivement des cirrus fins, des alto-cumulus et le stratus pluvieux et une traîne de mammato-cumulus, cirro-stratus avec halo, cumulo-nimbus avec éclaircie et quelques éclairs, rarement du tonnerre.

La baisse barométrique est de 2 à 3 millibars dans les 24 heures le jour du front chaud (alto-stratus pluvieux). Le front ou pseudo-front froid est assez net avec hausse plus rapide que la baisse et un refroidissement de l'atmosphère sensible surtout vers 1.000 m. d'altitude. Au niveau de la mer, la température minima de nuit est plus basse de 2° environ le 3e jour après le front froid. Quand l'onde frontale donne une forte baisse barométrique dans un champ d'isobares à gradient faible, la perturbation a la forme d'un thalweg très abrupt qui se relie vers le sud aux isobares zonales de la grande dépression polaire et il n'est pas rare que le sommet du thalweg passe sur les Mascareignes, les mettant ainsi au col entre la dépression équatoriale et la dépression polaire.

Le plus souvent, la perturbation frontale ne se traduit que par une déformation imperceptible des isobares de l'anticyclone tropical dont le gradient barométrique est normalement assez élevé.

Dans le cas du thalweg abrupt, l'air chaud compris entre le front chaud et l'air froid possède une composante Nord très accusée et au passage du front froid la rotation du vent de N. à S.-W. et S. est très rapide (quelques heures au plus) ; elle s'accompagne d'un renforcement de 2 à 4 Beaufort.

Un des phénomènes des plus intéressants qui accompagnent le passage dans le Sud d'unep erturbation du front polaire est une forte houle sans vent qui vient du centre dépressionnaire, donc du Sud-Ouest, puis du Sud, et produit chaque année des dégâts importants au port.

La longueur d'onde de ces houles est, au maximum, de 150 à 180 mètres et de 3 mètres d'amplitude au-dessus du niveau moyen. La période est de 15 à 18 secondes. Dans les parages des Mascareignes, ces houles sont improprement dénommées « raz de marées ».

Souvent, en saison chaude surtout, la Réunion, sans être coupée par le front polaire, est survolée par les cirrus et alto-cumulus de marge Nord liés à une baisse barométrique de 1 mmb. en 24 h. Aussi la prévision du temps est-elle difficile, dans l'incertitude où se trouve le météorologiste de distinguer si les émissaires nuageux sont ceux d'une marge ou d'un front.

La carte synoptique ne comporte, en effet, que les messages rares (tous les 24 heures) et sommaires (tendance barométrique, mer, vent, temps, pression et température) de 10 stations environ d'Afrique du Sud et les messages beaucoup plus complets et fréquents de Madagascar. Mais l'observateur de Madagascar comme celui de la Réunion est placé trop au Nord du front polaire et l'observation des nuages est faussée par la forte convection qui, en toute saison, atteint l'étage des cirrus, comme nous avons eu maintes fois l'occasion de la remarquer.

En effet, dès 9 heures, la convection commence par un immense paquet d'ouate cumuliforme dont la base très nette et horizontale est à une altitude — déterminée par l'humidité (70 à 80 %) et la température au sol (25° à 30°) — est comprise entre 500 m. et 800 m. Vers midi, déjà, la convection atteint les alto-cumulus esquilleux (4000. m.) et vers 15 heures la convection est si chargée qu'elle donne un ciel complexe avec des alto-cumulus lenticulaires, des petits flocons qui sont des alto-cumulus en train de passer au cirro-cumulus et, vers 16 heures, il ne reste, le plus souvent, que les cirrus de convection et des alto-cumulus castellatus surmontant des fracto-cumulus en voie de disparition.

La nébulosité des perturbations migratrices ne peut donc être observée que hors de l'influence terrestre qui produit la convection par rayonnement, vers l'horizon marin et, de préférence, le matin ou au coucher du soleil.

Le voile nuageux de convection est le gros obstacle opposé au météorologiste tropical dans l'observation des perturbations du front poplaire.

D'autre part, les lignes aériennes qui passent sur les mers tropicales ne doivent pas considérer comme valable en mer les chiffres de nébulosité fournis par l'observation au sol.

De Monts,

Chef du Service Météorologique de la Réunion

NOTES ET INFORMATIONS

La **Commission nationale pour l'étude des calamités** s'est réunie, à Paris, au Ministère de l'Education Nationale, le 23 octobre 1935, sous la présidence de M. Rothé, Directeur de l'Institut de Physique du Globe de Strasbourg.

Parmi les communications présentées, intéressant plus spécialement la métropole, on signalera ici celles de M. le professeur Allix, concernant la désagrégation des nuages à grêle ; celle de M. Joleaud, relative à l'éboulement des talus du Coudiat Aty à Constantine, en juillet 1935 ; et celle de M. Vayssière sur les sauterelles migratrices en Afrique.

Au **Palais de la Reine, à Tananarive**, s'est installée, en décembre 1935, la Direction du Service Météorologique de Madagascar. Ce vaste monument, riche de souvenirs historiques, est situé au point culminant de la colline sur laquelle est bâtie la capitale malgache. Il domine, à plus de 200 mètres, le plateau environnant ; l'horizon, complètement dégagé, se ferme sur des sommets situés entre 50 et 70 kilomètres. Cet emplacement d'où l'on découvre, à 1450 mètres d'altitude, l'un des plus beaux panoramas de la Grande Ile, permet d'effectuer dans des conditions parfaites, toutes les observations météorologiques.

La **Commission coloniale d'hydrologie scientifique** s'est réunie au Ministère des Colonies le 23 décembre 1935, sous la présidence de M. Diénert, Inspecteur général honoraire du service de surveillance des eaux de la ville de Paris. Au cours de cette séance, M. Frolow a fourni des renseignements sur les sources d'Aïn Reboula, au Maroc. M. Hubert a examiné le problème des captures de rivières en Afrique ; il a présenté ensuite les travaux d'hydrologie élaborés récemment en Indochine et à Madagascar.

Par **arrêté ministériel** du 23 mars 1935, M. Facy, licencié ès-sciences, licencié ès-lettres, Ingénieur de l'Institut d'Optique, a été nommé Ingénieur-Météorologiste adjoint stagiaire des Colonies, et affecté à l'Afrique Equatoriale Française.

Par **décrets des** 14 février et 13 mars 1936, M. Romer, Chef du Service de Physique du Globe de la Martinique, a été chargé d'étudier dans les laboratoires volcanologiques du Vésuve et de l'Etna les derniers perfectionnements réalisés au point de vue de la protection des populations contre les dangers des éruptions volcaniques.

La **Commission française de l'Année Polaire** s'est réunie à Paris, au palais de l'Institut, le 2 mars 1936, sous la présidence de M. Fichot, membre de l'Institut.

La Commission s'est occupée de l'envoi du Tome I de l'*Année Polaire internationale* (1932-1933), *Participation française*. Ce volume comprend les éléments suivants : Introduction, magnétisme terrestre, aurores polaires, ozone atmosphérique, rayons cosmiques.

La Commission décide la publication du Tome II qui comprendra : Historique des diverses missions, électricité atmosphérique, mémoire du C^{t} Habert sur les aurores, radioélectricité, actinométrie.

La Commission a examiné ensuite diverses questions, en particulier la divulgation de la documentation météorologique en microfilms.

Les bâtiments des **stations météorologiques principales de Pointe Noire, Port Gentil et Pointe-Noire (A. E. F.)** sont en cours de construction.

Le **premier train exposition de la France d'Outre-Mer**, dont l'organisation a été patronnée par M. Louis Rollin, ancien Ministre des Colonies, a été équipé par les soins du *Moniteur Officiel du Commerce et de l'Industrie*. Ce train, composé de 18 voitures de la Compagnie des wagons-lits, aménagés en stands, a quitté Paris le 25 mars 1936, pour séjourner, jusqu'en octobre prochain, dans 124 villes du Nord et de l'Est de la France. Dans la voiture occupée par le Ministère des Colonies, un stand a été réservé au Service Météorologique Colonial.

BIBLIOGRAPHIE

DUBIEF (J.) et PERVÉS (Dr Maurice). — **Observations de météorologie médicale recueillies à Tamanrasset (Sahara central).** *La Météorologie*, 1935, nº 121, p. 195.

Ce mémoire donne d'abord un exposé des caractéristiques climatiques du Hoggar et une étude clinique des phénomènes pathologiques observés à Tamanrasset.

Il comporte ensuite une étude météorologique des cycles de morbidité, pour la période s'étendant de juin 1933 au 1er novembre 1934.

Il résulte de cette étude que les accidents pathologiques se rattachent à un trouble fonctionnel du système nerveux, dû aux limites exagérées imposées par les conditions désertiques à l'action physiologique. Ces accidents, par suite, présentent toujours un caractère exceptionnel et local.

***

RIGOTARD (Marcel). — **Climat et Biologie.** *Revue Générale des Sciences pures et appliquées*, Nº 14. 31 juillet 1935, p. 421.

L'auteur considère qu'au point de vue biologique un climat est suffisamment caractérisé par le quotient pluviothermométrique de M. L. Emberger, donné par la formule :

$$\frac{P}{(M+m)\ (M-m)} \times 100$$

dans laquelle P est la pluviométrie moyenne annuelle, M la moyenne des températures maxima du mois le plus chaud de l'année, m la moyenne des températures minima du mois le plus froid de l'année.

Dans ces conditions, si l'on établit des graphiques en portant en abscisses les valeurs m et en ordonnées le quotient pluviothermométrique d'un certain nombre de stations, on constate que celles présentant les mêmes qualité biologiques se groupent suivant des îlots distincts.

Ces îlots peuvent être désignés par un numéro de référence et, comme leurs qualités biologiques sont connues d'avance d'après les stations qui les composent, l'étude d'un climat inconnu à ce point de vue là se résume, finalement, à la recherche de l'îlot où il se situerait d'après la méthode indiquée.

LEGRAND (Jean). — **Sur l'utilisation des observations du niveau moyen des mers en vue de la recherche des cycles climatériques.** *C. R. A. S.* 1935, T. 200, p. 573.

Le parallélisme des courbes joignant les ordonnées moyennes des niveau du Nil (Wadi Halfa), du Niger (Koulikoro) et du Mékong (Strung-Streng) et l'examen des précipitations sur les bassins versants de ces fleuves, permet de considérer qu'une même cause climatique détermine l'importance de ces précipitations.

D'autre part, le graphique du niveau moyen de la mer à Marseille, en relation avec les apports des fleuves, est sensiblement parallèle au graphique des pluies des localités citées plus haut pour les années situées entre 1907 et 1933.

Les pluies de la zone tempérée située entre les longitudes de Dakar et Marseille suivent la même loi.

La notion d'une cause commune paraît ainsi pouvoir se généraliser pour les précipitations d'origine atlantique.

La mer, sur le littoral français, se comporterait comme un vaste pluviomètre, et les indications données par son niveau deviendraient utilisables pour la recherche des cycles climatiques.

***

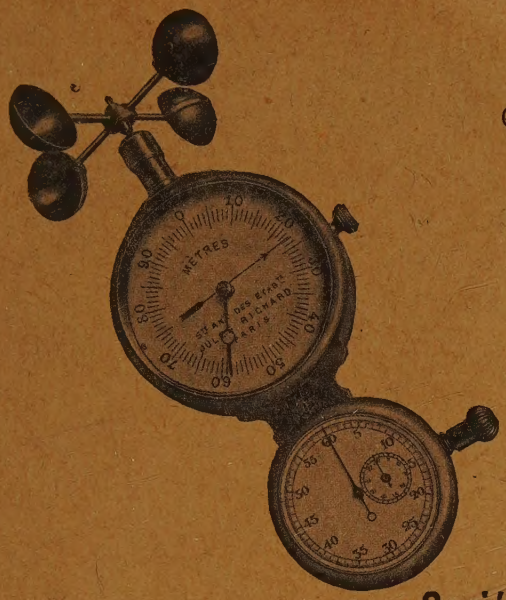
GRUYELLE (H.) et POISSON (Ch.). — **Sur les anomalies magnétiques du massif cristallin de Madagascar.** *C. R. A. S.* 1935, T. 201, p. 111.

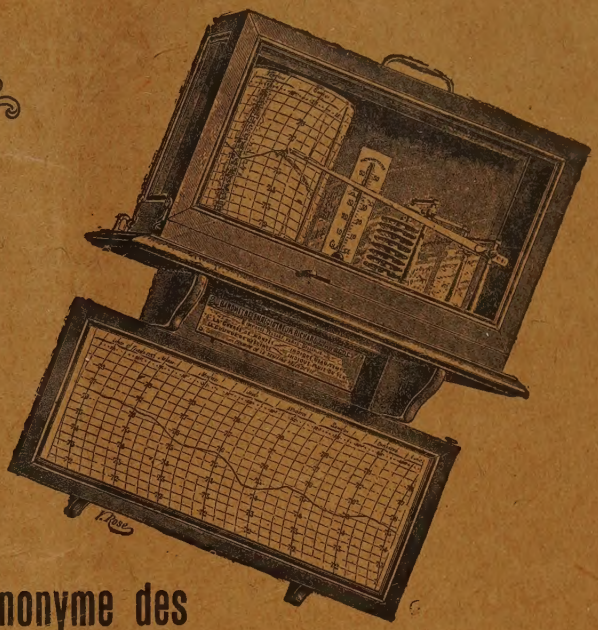
Les anomalies observées, extrêmement fréquentes et complexes, ont un caractère purement local ; elles sont dues à la forte proportion de magnétité et autres minerais magnétiques contenus dans la région montagneuse du centre de Madagascar.

Il en résulte des variations parfois considérables des caractéristiques du champ magnétique pour des points d'observations très voisins. Par suite, les mesures effectuées dans cette région doivent se compléter d'un examen géologique détaillé, destiné à déceler les causes purement accidentelles des anomalies constatées.

L'Éditeur-Gérant : R. PINARDON.

Rochefort-sur-mer. — Imprimerie A. Thoyon-Thèze, 121-123, rue Pierre-Loti. — 1936





Société Anonyme des

Etablissements Jules RICHARD

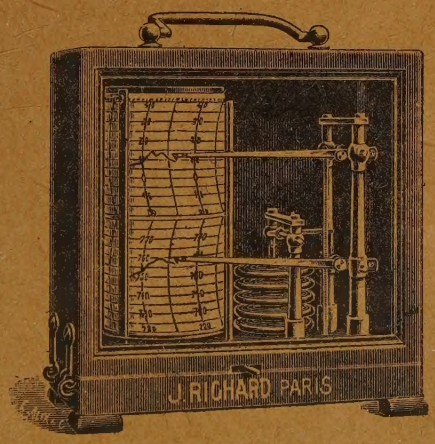
25, Rue Mélingue, PARIS (20e)

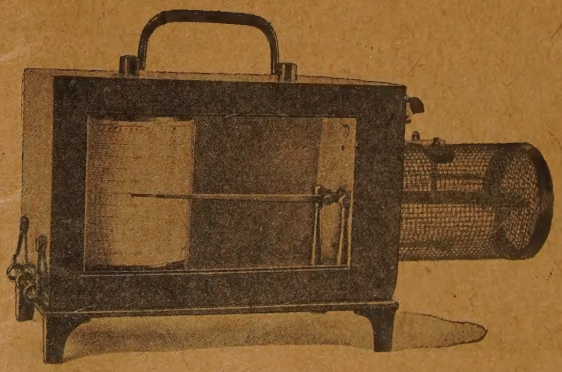
Tél. : Botzaris 88-80 — Tél. : Botzaris 88-80

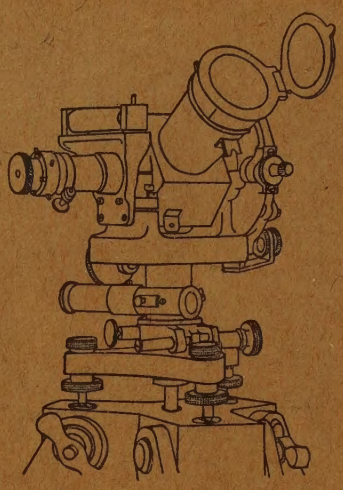
INSTRUMENTS DE PRÉCISION

de Mesure et de Contrôle

pour les Sciences et l'Industrie







A. BERTHELEMY - LORIEUX - PONTHUS et THERRODE

Etabts Albert LEPETIT & Cie

Société en commandite simple. Capital 1.000.000 de francs

Constructeurs

20, Rue Marie Debos, à Montrouge (Seine)

Tél. Alésia 26-37 — Ad. tél. Ponrode Paris 14

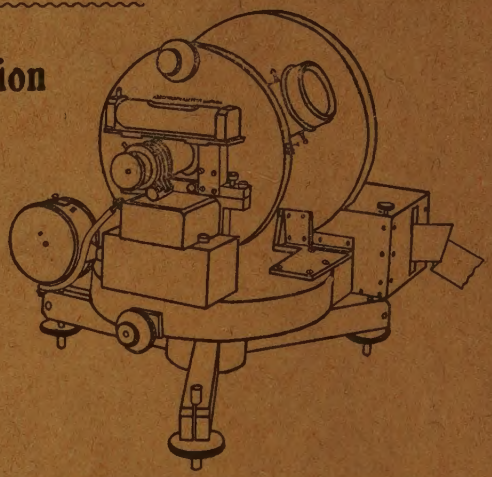
Fournisseurs des Ministères des Colonies, de la Marine, du Service Géographique de l'Armée.

Instruments de Précision

pour

— la Topographie, la Marine — l'Aviation, la Météorologie, etc...

THÉODOLITES SIMPLES ET ENREGISTREURS
POUR LE REPÉRAGE DES BALLONS-SONDES



Catalogues franco sur demande

Rég. Comm. Seine 229-817B

ROSENMULLER
DRESDEN

ANÉMOMÈTRES
POUR TOUTES VITESSES
(à partir de 0,02 m/sec.)

GIROUETTES

TUBES DE PITOT

MICROMANOMÈTRES

LAMBRECHT
GÖTTINGEN

HYGROMÈTRES

PSYCHROMÈTRES

BAROMÈTRES

PLUVIOMÈTRES

EVAPOROMÈTRES

HÉLIOMÈTRES

A. OTT
KEMPTEN

PLANIMÈTRES
INTÉGRAPHES
ANALYSEUR-HARMONIQUE

—

ENREGISTREUR
DE MARÉE ET DE HOULE

—

APPAREILS
POUR L'ÉTUDE
DES COURANTS D'EAU

J. BAROT

Représentant exclusif
pour la France et les Colonies

20, Rue de Varenne, PARIS (7e)

Catalogues franco sur demande

Rochefort-sur-mer. — Imprimerie A. Thoyon-Thèze. — 1936.